

Sumari

A. IMATGES	5
A.1 Elèctrode Philips.....	5
A.2 Construcció dels elèctrodes convencionals amb suport de grafit i tubular	5
A.3 Sistema <i>batch</i>	6
A.4 Sistema d'anàlisi per a l'estudi dels sensors selectius de calci tubular	6
A.5 Sistema d'anàlisi per a la monitorització de processos de bescanvi iònic (biosorció).....	8
B. ANÀLISIS DE LA PRIMERA MEMBRANA	9
B.1 Composició.....	9
B.2 Anàlisi de mostres amb pH-metre.....	10
B.2.1. Condicionament dels sensors.....	12
B.3 Anàlisi de mostres amb LabView	13
B.4 Discussió dels resultats i conseqüència	14
C. CÀLCULS	15
C.1 Càlcul de la volum de DOPP per la membrana	15
C.2 Càlcul i ajust del cabal dels tubs de la bomba peristàltica.....	15
C.3 Conversió d'unitats de concentració: molar ($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$) - parts per milió (ppm)	17
C.4 Càlcul de la força iònica de la dissolució ISA 0,1 M	17
D. PREPARACIÓ DE LES DISSOLUCIONS	19
D.1 Dissolució de fons NaNO_3 0,1 M (ISA)	19
D.2 Dissolució mare $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M	20
D.3 Dissolució $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,01 M i 0,001 M a partir de la dissolució 0,1 M.....	20
D.4 Dissolució interna de l'elèctrode Philips: CaCl_2 0,1 M	21
D.5 Preparació de patrons de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ i $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ de concentracions 10^{-5} M, 10^{-4} M, 10^{-3} M i 10^{-2} M a partir d'una dissolució mare de 0,1 M.....	21
D.6 Preparació de dissolucions de fons NaNO_3 0,2 M (ISA)	22
D.7 Preparació de dissolucions de 4 L de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ a 35 ppm	22
D.8 Preparació de 1 L de dissolució 0,1 M HClO_4	23



E. AVALUACIÓ DELS CANALS DEL PROCESSADOR DE SENYAL	25
F. ENTORN LABVIEW	27
F.1 Programa Calibratge.....	27
F.2 Programa Control i Adquisició Semiautomàtica.....	31
G. ELEMENTS DE LA MONITORITZACIÓ DE LA CONDUCTIVITAT I EL PH	35
G.1 Microelèctrode de referència tubular	35
G.2 Sonda de pH.....	35
G.3 Sonda de conductivitat	36
G.4 ORION 5-Star	36
G.5 Star Plus Navigator 21	39
G.5.1. Secció de configuració.....	39
G.5.2. Secció de modalitat de registre	41
G.5.3. Secció de visualització de dades puntuals	43
H. PREPARACIÓ DE LA COLUMNA DE LLIT FIX CONSTITUÏDA PER RAPA DE RAÏM	45
H.1 Tractament de la rapa de raïm	45
H.1.1. Fragmentació manual.....	45
H.1.2. Rentats	45
H.1.3. Secat.....	46
H.1.4. Mòlta i tamisat.....	46
H.2 Preparació de la columna de biosorció	46
H.2.1. Preparació de la rapa de la columna	46
H.2.2. Farciment de la columna de biosorció.	47
I. PART EXPERIMENTAL	49
I.1 Material i reactius.....	49
I.2 Estudis estadístics de la determinació dels paràmetres característics del tram lineal dels ISEs de calci sense ió interferent.....	51
I.3 Determinació de la correspondència del LPD amb les corbes de calibratge completes.....	54
I.4 Monitorització de l'evolució del pH i la conductivitat en els calibratges de calci i coure	57
I.4.1. Calibratges de calci	58
I.4.2. Calibratges de coure.....	59



I.5	Calibratges del sensor Cu-T2 per a la determinació del coeficient de selectivitat $K_{Ca,Cu}^{pot}$	60
I.6	Monitorització del procés de bescanvi iònic en un procés de biosorció de coure a partir d'una dissolució de 35 ppm	63
I.6.1.	Experiment 1: biosorció amb rapa nova (cicle 1)	63
I.6.2.	Experiment 2: elució i cicle 2 de biosorció	68
I.7	Anàlisi de temps de resposta i temps de vida	71
J.	PROGRAMES HYDRA I MEDUSA	73
K.	FITXES DE SEURETAT	75
K.1	Acetona	75
K.2	Àcid perclòric	78
K.3	Bis[4-(1,1,3,3-tetrametil-butil)-fenil]-fosfat de calci	80
K.4	Clorur de calci	82
K.5	Di-n-octil-fenil-fosfonat	84
K.6	Nitrat de coure	86
K.7	Nitrat de sodi	88
K.8	Policlorur de vinil	92
K.9	Tetrahidrofurà	94



A. Imatges

A.1 Elèctrode Philips

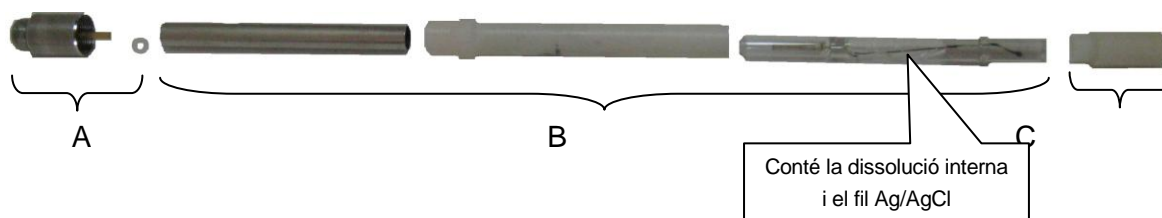


Fig. A.1.1. Elements de l'elèctrode Philips. A) Connector B) Tronc C) Capçal

A.2 Construcció dels elèctrodes convencionals amb suport de grafit i tubular

La referència [5] recollida en la memòria presenta el procés de construcció complet dels ISE en aquestes dues modalitats. Les figures següent ho mostren gràficament.

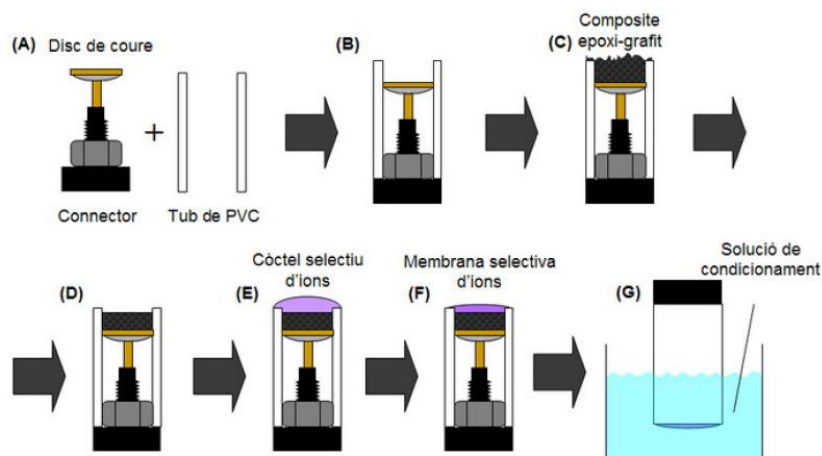


Fig. A.2.1. Procediment de fabricació d'un ISE convencional amb suport de grafit [5] i [16]



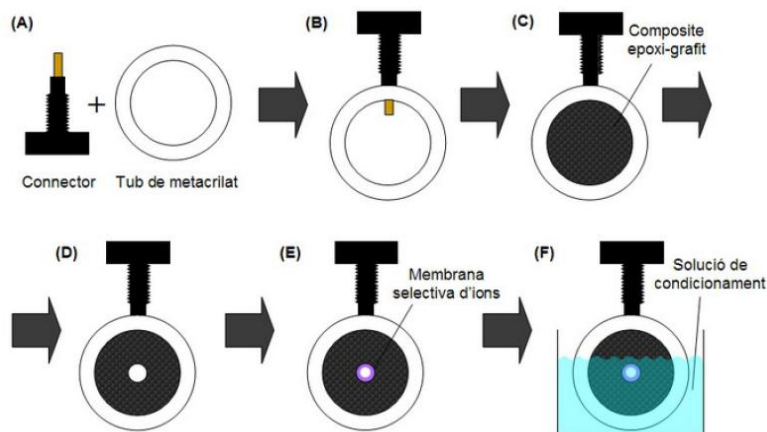


Fig. A.2.2. Procediment de fabricació d'un ISE tubular [5].

A.3 Sistema *batch*

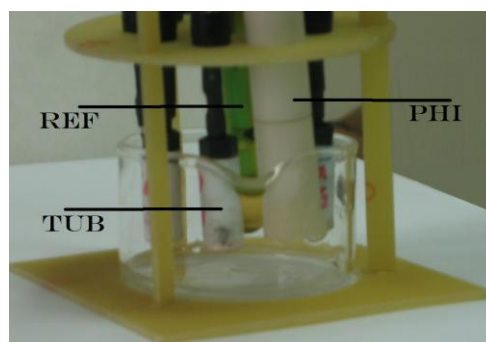


Fig. A.3.1. Muntatge per l'estudi simultani de diversos sensors. REF-elèctrode de referència, PHI-Philips i TUB-elèctrode convencional amb suport de grafit.

A.4 Sistema d'anàlisi per a l'estudi dels sensors selectius de calci tubular

Aquest apartat correspon al sistema d'anàlisi en flux i només mostra les imatges dels elements que no apareixen en cap altra part de la memòria o l'annex. Exemple d'elements que no apareixen són els sensors de pH, conductivitat i l'elèctrode de referència. Tots ells es presenten al capítol G de l'annex.



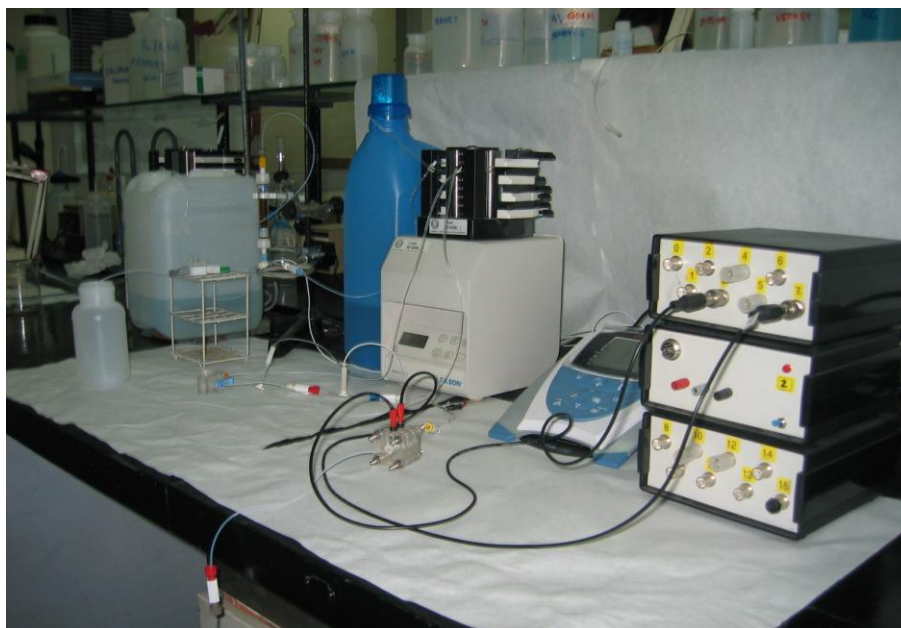


Fig. A.4.1. Disposició de la instrumentació per a experiments en flux.

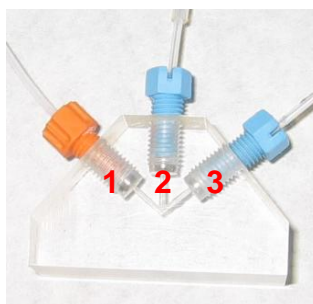


Fig. A.4.2. Connector de metacrilat de tres vies en funcionament. (1) entrada de ISA, (2) sortida de la mescla i (3) entrada de patró o mostra.



Fig. A.4.3. Disposició de presa a terra.





Fig. A.4.4. Sensors de calci i coure implementats en una estructura de sandvitx de metacrilat.

A.5 Sistema d'anàlisi per a la monitorització de processos de bescanvi iònic (biosorció)



Fig. A.5.1. Connector de tres vies.



Fig. A.5.2. Muntatge de monitorització preparat per calibrar.



B. Anàlisis de la primera membrana

La primera membrana que s'ha preparat per a sensors de dissolució interna de referència i de suport de grafit segons el procediment descrit en la memòria ha seguit una primera etapa d'estudi diferent. El motiu és assegurar l'eliminació de possibles errors experimentals en els elèctrodes de referència i ISE Philips realitzant proves prèvies.

B.1 Composició

Basant-se en la composició del catàleg de FLUKA referida a la memòria i a la referència de la memòria [32] es prepara una formulació basada en la membrana 4C, que es recull a la Taula B.1.1. Els components són l'organofosfat bis[4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenil]fosfat de calci (CaBTMBFF), l'additiu aniònic tetrakis[3,5-bis(triclorometil)-fenil]borat de potassi (K-TCPB), el plastificant dioctil sebacat (DOS) i la matriu polimèrica de PVC. A la referència anterior, l'additiu emprat és el tetrakis[3,5-bis(trifluorometil)-fenil]borat de potassi (K-TFPB) però és substituït per la manca d'aquest, encara que no és a priori problemàtic perquè el comportament químic és equivalent.

El paràmetre de referència per aquesta membrana és el pendent de la recta: $31,9 \pm 2,3$ mV. Se segueix el mateix procediment de la memòria fins a obtenir l'elèctrode Philips i tres elèctrodes convencionals amb suport de grafit.

Taula B.1.1. Composició de la primera membrana.

Producte	Percentatge màssic	Massa real (percentatge del total)
CaBTMBFF	0,10%	0,93 mg (0,16%)
K-TCPB	0,04%	0,22 mg (0,03%)
DOS	66,43%	436,1 µL = 398,60 mg (65,87%)
PVC	33,43%	205,37 mg (33,94%)
Total	100%	605,12 mg (100%)

La quantitat preparada de membrana és sis vegades superior al mínim necessari per tal de facilitar el procés de preparació, bàsicament la mesura del pes de cada component. Una vegada feta la mescla, s'afegeix 6 mL de tetrahidrofurà (THF) per a l'aplicació de la membrana en els elèctrodes. No obstant, el DOS és líquid i per això cal convertir el volum afegit amb una micropipeta adient a massa usant la densitat, 0,914 mg/µL. El nom que reben els sensors preparats són Ca-L1 (Philips), Ca-G1, Ca-G2 i Ca-G3 (convencionals amb suport de grafit).



B.2 Anàlisis de mostres amb pH-metre

Aquesta primera etapa de l'estudi dels sensors serveix per descartar el mal funcionament de l'elèctrode Philips, el seguiment d'una metodologia inadequada per a la preparació de les membranes o problemes en l'elèctrode de referència. Es realitzen sèries d'experiments molt reduïdes perquè aquesta part és pràcticament qualitativa.

L'equip emprat consta essencialment d'un pH-metre CRISON model GLP 22. Aquest instrument és del tipus potenciomètric pel que és capaç de detectar variacions de potencial respecte una referència. Per aquest motiu, encara que està dissenyat per treballar amb pH, també és capaç de mesurar variacions de calci en dissolució sempre que s'empri un elèctrode sensible com ho és l'ISE. Es connecten adientment l'elèctrode de referència i el Philips.

Tots els experiments d'aquest apartat i posteriors es realitzen en *batch*, és a dir, en una vas de precipitats que conté un agitador que conté inicialment la dissolució per ajustar la força iònica (ISA) i posteriorment es va afegint un volum determinat de dissolució mare de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M segons les concentracions que es vulguin estudiar. Per aquestes addicions s'usa una micropipeta Thermo Scientific model Finnipipette de capacitat adient.

En el primer experiment, la dissolució patró de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ és 0,1 M. El volum de patró a afegir és la que s'observa a la Taula B.2.1. La mesura de potencial E de l'esmentada taula conté les mesures de tot l'experiment (columna esquerra) i l'altra conté els punts que generen la millor recta de calibratge possible. La resolució del CRISON és dues xifres significatives, així que els resultats s'expressen segons aquest criteri. R^2 es presenta amb més xifres per tal d'evitar aproximacions que indueixin a errors ($R^2=1$) durant tot el projecte.

Taula B.2.1. Primer experiment amb el Philips (Ca-L1) realitzat el dia 13 de març de 2009.

Volum afegit [μL]	E [mV]		C [M]	log(C)
0	-57	-57	0	-5,0
25	-24	-24	2,5E-04	-3,6
50	-10	-10	7,4E-04	-3,1
100	1	1	1,7E-03	-2,8
250	14	14	4,1E-03	-2,4
500	24	24	8,5E-03	-2,1
1000	33	33	1,6E-02	-1,8

Taula B.2.2. Primer experiment amb el Philips (Ca-L1).

Pendent [mV/dec]	32
Ordenada a l'origen [mV]	90
Valor R^2	0,99932
LPD [M]	2,4E-05



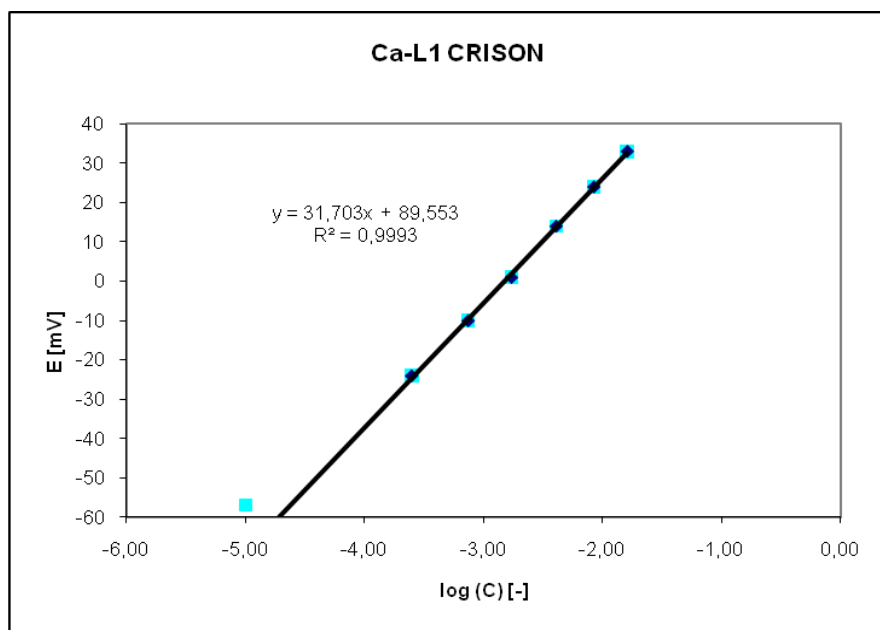


Fig. B.2.1. Primer experiment amb el Philips (Ca-L1).

Aquest primer experiment permet observar que no hi ha cap problema apreciable perquè s'han obtingut uns molt bon resultats: un pendent elevat i una bona qualitat de la recta ($R^2=0,99932$). Així que s'accepta que tan els sensors com el pH-metre estan en bon estat.

De totes maneres, per assegurar que el comportament de la membrana és relativament constant, es torna a realitzar un altre experiment amb el Philips. Amb els dos, es calcula la mitjana aritmètica i s'obtenen els resultats de la Taula B.2.3 que demostren el bon funcionament del Ca-L1.

Taula B.2.3. Resultats i promig dels experiments amb el Philips (Ca-L1) els dies 12 i 16 de març de 2009.

	Experiment 1	Experiment 2	Promig	Desviació tipus	Error relatiu [%]
Pendent [mV/dec]	32	32	32	0,35	1,1
Ordenada a l'origen [mV]	90	87	88	1,3	1,5
Valor R^2	0,9993	0,9987	0,9990	3,1E-04	0,0
LPD [M]	2,4E-05	2,5E-05	2,5E-05	8,0E-07	3,3

Es realitza el mateix tipus d'anàlisi amb els sensors convencional amb suport de grafit i s'obtenen els resultats mostrats en les Taules B.2.4, B.2.5 i B.2.6. Cal destacar el fet que aquests han estat obtingut eliminant com a mínim tres punts de l'experiment.



Taula B.2.4. Resultats i promig dels experiments amb Ca-G1 el dia 27 de febrer de 2009.

	Experiment 1	Experiment 2	Promig	Desviació tipus	Error relatiu [%]
Pendent [mV/dec]	32	35	34	1,7	5,1
Ordenada a l'origen [mV]	145	110	127	17,5	13,7
Valor R^2	0,988	0,987	0,988	7,6E-04	0,1
LPD [M]	2,8E-05	7,7E-05	5,2E-05	2,5E-05	46,9

Taula B.2.5. Resultats i promig dels experiments amb Ca-G2 el dia 2 de març de 2009.

	Experiment 1	Experiment 2	Promig	Desviació tipus	Error relatiu [%]
Pendent [mV/dec]	27	23	25	2,0	8,1
Ordenada a l'origen [mV]	80	62	71	8,8	12,4
Valor R^2	0,974	0,975	0,974	5,2E-04	0,1
LPD [M]	2,7E-04	2,2E-04	2,4E-04	2,4E-05	9,8

Taula B.2.6. Resultats i promig dels experiments amb Ca-G3 el dia 4 de març de 2009.

	Experiment 1	Experiment 2	Promig	Desviació tipus	Error relatiu [%]
Pendent [mV/dec]	24	31	28	3	12,2
Ordenada a l'origen [mV]	85	96	90	6	6,3
Valor R^2	0,986	0,955	0,971	0,015	0,0
LPD [M]	2,8E-04	3,7E-04	3,2E-04	4,4E-05	13,7

En aquest cas, els resultats no són tan bons com els del Philips. Els errors relatius de les mesures respecte el promig són majoritàriament superiors al 5% en pràcticament tots els paràmetres.

B.2.1. Condicionament dels sensors

Tal com apareix en la referència [26] de la memòria, hi ha una manera de millorar la resposta dels sensors. Consisteix en introduir la part de la membrana en una dissolució 0,1 M de l'ió a detectar durant un dia aproximadament. Un cop transcorregut aquest temps, se'ls ha de rentar amb aigua i agitació durant 2 ó 3 min. Aleshores ja estan preparats per utilitzar. Aquest procés rep el nom de condicionament. Condicionant els sensors, s'obtenen els resultats de les Taules B.2.7, B.2.8, B.2.9 i B.2.10.

Taula B.2.7. Resultats i promig dels experiments amb el Philips (Ca-L1) el dia 11 de març de 2009.

	Experiment 1	Experiment 2	Promig	Desviació tipus	Error relatiu [%]
Pendent [mV/dec]	31	32	31	0,5	1,7
Ordenada a l'origen [mV]	96	94	95	1,2	1,2
Valor R^2	0,9992	0,9990	0,9991	1,1E-04	0,0
LPD [M]	1,8E-05	1,5E-05	1,6E-05	1,5E-06	9,1



Taula B.2.8. Resultats i promig dels experiments amb Ca-G1 el dia 6 de març de 2009.

	Experiment 1	Experiment 2	Promig	Desviació tipus	Error relatiu [%]
Pendent [mV/dec]	39	60	49	10,6	21,5
Ordenada a l'origen [mV]	100	176	138	38,3	27,8
Valor R²	0,973	0,993	0,983	9,8E-03	1,0
LPD [M]	1,2E-04	1,2E-04	1,2E-04	1,7E-06	1,4

Taula B.2.9. Resultats i promig dels experiments amb Ca-G2 el dia 10 de març de 2009.

	Experiment 1	Experiment 2	Promig	Desviació tipus	Error relatiu [%]
Pendent [mV/dec]	24	33	28	4,1	14,3
Ordenada a l'origen [mV]	50	62	56	5,8	10,5
Valor R²	0,956	0,967	0,962	6,0E-03	0,6
LPD [M]	1,3E-04	4,3E-04	2,8E-04	1,5E-04	53,4

Taula B.2.10. Resultats i promig dels experiments amb Ca-G3 el dia 11 de març de 2009.

	Experiment 1	Experiment 2	Promig	Desviació tipus	Error relatiu [%]
Pendent [mV/dec]	31	28	30	1,4	4,8
Ordenada a l'origen [mV]	99	71	85	13,7	16,2
Valor R²	0,997	0,984	0,990	6,7E-03	0,7
LPD [M]	1,4E-04	3,5E-04	2,5E-04	1,1E-04	42,9

Els resultats obtinguts havent condicionat els sensors ha causat diferents efectes en cada sensor respecte les mesures sense condicionar. El Philips ha millorat els seus paràmetres lleugerament. El Ca-G1 ha mostrat un canvi molt brusc de pendent en un dels experiments, segurament degut a un error experimental, pel que no es poden extreure conclusions fiables. El Ca-G2 i Ca-G3 han millorat en pràcticament tots els paràmetres, encara que la linealitat de Ca-G2 segueix sent insuficient.

B.3 Anàlisis de mostres amb LabView

La segona etapa de l'estudi consisteix en sistematitzar la recollida de dades emprant el muntatge descrit en el capítol 5 de la memòria. Un dels avantatges que ofereix aquest sistema és que permet analitzar els quatre sensors en un mateix experiment, reduint els errors que poguessin aparèixer entre diferents experiments. D'altra banda, la resolució també s'incrementa fins a la mesura de 0,1 mV.

Es realitza en primer lloc una prova amb els quatre sensors alhora un cop han estat condicionats. La Taula B.3.1 recull els resultats obtinguts. Cal destacar que en el cas del Ca-G2 i Ca-G3 s'han hagut de treure més de dos punts per tal d'obtenir una bona correlació lineal.



Taula B.3.1. Resultats de l'experiment amb tots els sensors el dia 18 de març de 2009.

	Ca-L1	Ca-G1	Ca-G2	Ca-G3
Pendent [mV/dec]	34,1	50,6	37,8	40,3
Ordenada a l'origen [mV]	96,4	147,3	83,6	96,9
Valor R^2	0,99843	0,99583	0,99120	0,98025
LPD [M]	4,08E-05	6,69E-05	1,75E-04	2,83E-04

B.4 Discussió dels resultats i conseqüència

Fàcilment s'observen discrepàncies entre les respostes dels sensors en tots els experiments realitzats. L'interval del límit de detecció és poc definit ja que varia de l'ordre 10^{-4} a 10^{-5} M generalment.

La major part dels pendents de les rectes recollides es troben dins el rang de la bibliografia ($31,9 \pm 2,3$ mV) o són inferiors. Alguns pendents són superiors a la referència i això és causat molt probablement per errors experimentals deguts a la part elèctrica i electrònica (mal contacte en les connexions internes i/o externes dels elèctrodes o interferències de l'entorn, per exemple) i potser també a la membrana o la seva disposició en l'elèctrode.

La linealitat dels sensors, exceptuant el Philips, és bastant dolenta ja que per aconseguir-la s'han d'eliminar molts punts.

Per tot això i per la falta de reproductibilitat que manifesta la membrana i els sensors, es decideix analitzar una altra composició de membrana i utilitzar uns altres elèctrodes convencionals amb suport de grafit. És l'estudi que es fa en la memòria.



C. Càlculs

C.1 Càlcul de la volum de DOPP per la membrana

A partir de la composició de la bibliografia esmentada en la memòria (subapartat 4.2.1) i amb la densitat del DOPP (0,97 mg/ μ L) es realitzen aquests simples factors de conversió pels diferents sensors:

Convencionals:
$$126,32 \text{ mg} \cdot \frac{1 \mu\text{L}}{0,97 \text{ mg}} = 130,2 \mu\text{L}$$

Tubular:
$$63,16 \text{ mg} \cdot \frac{1 \mu\text{L}}{0,97 \text{ mg}} = 65,2 \mu\text{L}$$

La resolució de la micropipeta emprada és de $\pm 0,2 \mu\text{L}$, pel que el resultat obtingut s'ha aproximat per defecte.

C.2 Càlcul i ajust del cabal dels tubs de la bomba peristàltica

La bomba peristàltica emprada a l'experimentació és del model Minipuls 3 de GILSON i permet la connexió de vuit canals. L'interval de cabal que ofereix és de 0,3 $\mu\text{L}/\text{min}$ a 30 mL/min .

Els tubs necessaris per a un correcte contacte i impulsió del fluid són del model Tygon (PVC) i amb referència 070534-10I / ENE10-SC0010 COLOR i codi WHITE/BLACK amb un diàmetre interior de 0,95 mm i un gruix de 0,86 mm.

Aquesta bomba funciona en una escala numèrica pròpia amb valors compresos entre el 0 i 48. Lamentablement, no existeix una relació directa entre aquest valors i les revolucions per minut (min^{-1}) i encara menys amb el cabal. La raó és l'existència de dos factor que influeixen: la velocitat relativa de la bomba (en la seva escala) i el grau de pressió del tub de bomba.

Per mantenir les condicions del sistema en flux respecte els estudis previs en aquest projecte del departament [24] i [30], es necessita un cabal fix de 30 mL/h . La mecànica per aconseguir ajustar l'esmentat cabal (Q [mL/h]), es realitza una prova consistent en el pesatge en un temps coneguts (t [min]), mesurat amb cronòmetre, de la quantitat d'aigua



recollida (M [g]) en un vas de precipitats (prèviament tarat en la balança de precisió del laboratori) conseqüència d'haver fixat una velocitat relativa de la bomba i ajustar la pressió del tub de bomba fins a un cert nivell. El càlcul realitzat per determinar el cabal efectiu que impulsa la bomba és definit en Eq. C.1 on ρ és la densitat de l'aigua a 25 °C en unitats de [g/mL].

$$Q = \frac{M}{t \cdot \rho} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = \frac{M}{t} \cdot \frac{60}{0,998} [\text{mL/h}] \quad (\text{Eq. C.1})$$

Una vegada avaluat el cabal efectiu, es planteja si s'ha d'augmentar o disminuir la velocitat relativa de la bomba i es modifica. Aleshores es torna a repetir el procés anterior fins aconseguir un cabal suficientment semblant a 30 mL/h. Cal destacar que és pràcticament impossible ajustar el cabal exactament, pel que es dona per bo qualsevol velocitat relativa que compleixi la condició de cabal estant inclosa dins $30 \pm 1 \text{ mL/h}$.

En el cas d'haver d'ajustar el cabal de més d'un circuit, com és el cas de l'estudi en flux, el procediment és sensiblement més complex perquè combina l'ajust previ per un dels tubs i es completa amb la modificació del grau de tensat de la resta dels tubs havent fixat la velocitat relativa de la bomba pel primer tub.

La dificultat inherent al procediment es fonamenta en tres factors. El primer és la diferent configuració dels canals de la bomba (guies i mecanismes de fixació) que impedeix el comportament homogeni dels tubs de bomba que enllacen amb cada circuit.

El segon factor, relacionat amb el primer, és la diversitat de condicions de funcionament dels tubs de bomba; el fet d'haver estat utilitzats prèviament o simplement haver estat tensats més del compte pot causar també divergència de comportaments entre els mateixos tubs. L'efecte combinat d'aquests factors pot ser important.

El darrer condicionat és la mecànica del sistema de tensat. Hi ha tres possibilitats: poc pressionat, massa pressionat i els casos intermitjos. La bomba peristàltica feblement pressionada no és capaç de generar zones adequadament comprimides de tub degut a l'insuficient contacte entre el rotor de la bomba volumètrica i el mecanisme de fixació, en altres paraules, que no realitza impuls del fluid. Si el tub de la bomba es troba excessivament pressionat, succeeix que per molt que giri el rotor, la pressió contínua sobre el conducte impedeix el pas del fluid. Per això, és necessari treballar en un rang limitat de possibles tensats per cada tub.

És clar que en el cas de més d'un circuit, la prioritat és ajustar el màxim de tubs possibles a partir de la velocitat relativa de la bomba, deixant en segon terme l'adaptació per grau de tensat.



C.3 Conversió d'unitats de concentració: molar ($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$) - parts per milió (ppm)

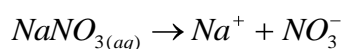
La conversió entre concentracions expressades en molar (M) i en ppm es realitza segons l'equació Eq. C.2 i C.3. El subíndex k indica l'espècie química que s'estudiï. PM és el pes molecular. Pel cas de Ca^{2+} , $\text{PM}=40,078 \text{ g/mol}$. Pel de Cu^{2+} , $\text{PM}= 63,546 \text{ g/mol}$.

$$C_k [\text{ppm}] = C_k [\text{M}] \cdot \text{PM}_k \cdot 1000 \quad (\text{Eq. C.2})$$

$$C_k [\text{M}] = \frac{C_k [\text{ppm}]}{\text{PM}_k \cdot 1000} \quad (\text{Eq. C.3})$$

C.4 Càlcul de la força iònica de la dissolució ISA 0,1 M

A partir de l'expressió Eq. 5.5 de la memòria, es calcula el valor de la força iònica (μ). Per això, cal conèixer les espècies químiques implicades. L'ISA és constituït per NaNO_3 . Així doncs, la reacció de dissociació és



Aleshores, les concentracions i les càrregues a considerar són les respectives a Na^+ i NO_3^- . Aquests valors són 0,1 M i ± 1 , segons la naturalesa de l'ió. Així doncs, el resultat és

$$\mu = 0,5 \cdot [0,1 \cdot (+1)^2 + 0,1 \cdot (-1)^2] = 0,1$$

En ser la concentració de l'ISA tan elevada comparada amb les altres emprades en l'experimentació, es pren aquest paràmetre com constant.





D. Preparació de les dissolucions

D.1 Dissolució de fons NaNO_3 0,1 M (ISA)

L'objectiu és preparar 1 L de dissolució de NaNO_3 0,1 M. En primer lloc, s'exposa el càlcul per conèixer la massa de sal necessària per aconseguir la concentració desitjada. Una vegada definida la massa de la sal necessària, es tara un vas de precipitats de 100 mL i amb una espàtula s'aboca el sòlid fins arribar al valor el més proper possible al teòric. El següent pas és diluir el nitrat de sodi en aigua desionitzada (Milli-Q, Millipore), agitar el vas amb la mateixa espàtula per aconseguir dissoldre'l i introduir la solució dins un matràs aforat de 1 L. Es repeteix el procés per acabar de dissoldre la sal del vas un parell de vegades més intentant que tot el vas hagi estat mullat. Finalment s'acaba d'enrasar el matràs amb l'aigua milli-Q, es tapa i s'agita per acabar afegint la dissolució preparada en un pot de plàstic net pel seu ús continuat.

Com que aquest producte s'ha utilitzat molt, se n'han hagut d'elaborar diferents. A continuació es presenten cadascuna de les dilucions juntament amb la data en la qual es van realitzar, la massa mesurada i la concentració calculada segons l'Eq D.1 on m és la massa real pesada, V és el volum de la dissolució (1 L) i PM és el pes molecular de la sal (84,99 g/mol).

$$m_{teòrica} = 1 L \cdot \frac{0,1 \text{ mol NaNO}_3}{1 L} \cdot \frac{84,99 \text{ g NaNO}_3}{1 \text{ mol NaNO}_3} = 8,499 \text{ g NaNO}_3$$

Taula D.1. Recull dels resultats de la preparació de la dissolució 0,1 M de NaNO_3 .

Data de confecció	Massa real de NaNO_3 [g]	Concentració NaNO_3 [M]
27 de febrer de 2009	8,501	0,1000
3 de juny de 2009	8,453	0,0995

$$C = \frac{m}{PM \cdot V} \quad (\text{Eq D.1})$$

En la darrera dissolució hi va haver una confusió en la quantitat a preparar i fins els darrers dies no es va detectar. No obstant, la validesa dels resultats obtinguts no corre perill degut a no ser un factor crític en la detecció, sinó que tan sols era una manera d'ajustar el nivell d'ions per la mesura potenciomètrica dels sensor i elèctrode de referència.



D.2 Dissolució mare $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M

De manera similar al cas anterior, es pretén preparar 1 L d'una solució 0,1 M de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ la funció de la qual és realitzar les mesures del catió Ca^{2+} emprant els sensors elaborats. La metodologia és exactament igual al cas anterior.

La principal diferència respecte el cas del nitrat de sodi és que la sal de calci està tetrahidratada, és a dir, que la seva fórmula química és $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. El càlcul de la massa teòrica necessària per aconseguir la concentració desitjada ha d'incloure la massa de l'aigua en el pes molecular. Així doncs, la quantitat de sòlid a mesurar és

$$m_{\text{teòrica}} = 1\text{L} \cdot \frac{0,1\text{mol Ca}(\text{NO}_3)_2}{1\text{L}} \cdot \frac{236,15\text{ g Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}}{1\text{mol Ca}(\text{NO}_3)_2} = 23,615\text{ g Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$$

La quantitat real de nitrat de calci tetrahidratat ha estat 23,672 g i la concentració resultant és 0,100 M segons l'Eq. D.1. En tot el projecte solament s'ha estat de menester 1 L de dissolució. Aquesta es va elaborar el dia 12 de febrer de 2009.

D.3 Dissolució $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,01 M i 0,001 M a partir de la dissolució 0,1 M

El procediment per preparar 250 mL de concentracions de 0,01 M i 0,001 M de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ a partir de la dissolució més concentrada es realitza per dilució d'aquesta darrera solució. Es realitzaren el dia 3 d'abril de 2009. El primer pas és calcular el volum de la dissolució mare que s'ha de diluir:

$$\text{Per a la dissolució 0,01 M: } V_{0,01\text{M}} = 250\text{ mL} \cdot \frac{0,01\text{mol}}{1000\text{ mL}} \cdot \frac{1000\text{ mL}}{0,1\text{mol}} = 25\text{ mL Ca}(\text{NO}_3)_2\text{ 0,1 M}$$

$$\text{Per a la dissolució 0,001 M: } V_{0,001\text{M}} = 250\text{ mL} \cdot \frac{0,001\text{mol}}{1000\text{ mL}} \cdot \frac{1000\text{ mL}}{0,1\text{mol}} = 2,5\text{ mL Ca}(\text{NO}_3)_2\text{ 0,1 M}$$

El segon pas és agafar els anteriors volums amb la micropipeta adequada i els introduïm en dos matrassos aforats de 250 mL diferents. S'enrasa amb aigua milli-Q, es tapa i s'agita per homogeneïtzar la mescla. Aleshores, s'introdueix cada dissolució en un pot de plàstic net del mateix volum per emmagatzemar-les i utilitzar-les per a les anàlisis.



D.4 Dissolució interna de l'elèctrode Philips: CaCl_2 0,1 M

La metodologia és idèntica a la preparació de les dissolucions de NaNO_3 i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M. Es parteix del sòlid (CaCl_2) i es calcula la massa de sal necessària per obtenir un volum de 100 mL de dissolució a la concentració citada.

$$m_{\text{teòrica}} = 0,1 \text{ L} \cdot \frac{0,1 \text{ mol CaCl}_2}{1 \text{ L}} \cdot \frac{110,99 \text{ g CaCl}_2}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 1,110 \text{ g CaCl}_2$$

La massa de clorur de calci pesada i introduïda al matràs de 100 mL és la mateixa, és a dir, 1,110 g, per tant, la concentració real és exactament la teòrica. Es preparà el dia 16 de febrer de 2009.

D.5 Preparació de patrons de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ i $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ de concentracions 10^{-5} M, 10^{-4} M, 10^{-3} M i 10^{-2} M a partir d'una dissolució mare de 0,1 M

A partir de la dissolució mare 0,1 M de cada compost químic de l'apartat D.2 es procedeix a sengles dilucions. La dissolució de calci és preparada tal com es presenta en l'apartat D.2. La dissolució de coure és aprofitada de l'emprada a la referència [31] preparada el 12 de febrer de 2009.

Per al càlcul, s'utilitza l'expressió Eq. D.2 on V_c [mL] és el volum de dissolució 0,1 M necessària per obtenir la concentració C_D [M]. El volum que es vol preparar és 250 mL. Els resultats es mostren en la Taula D.2 per les dues dissolucions ja que la concentració inicial és la mateixa.

$$V_c = \frac{250 \text{ mL} \cdot C_D}{0,1 \text{ M}} \quad (\text{Eq. D.2})$$

Taula D.2. Resultats dels volums de dissolució concentrada per obtenir la dissolució diluïda.

C_D [M]	V_c [mL]
10^{-5} M	0,025
10^{-4} M	0,25
10^{-3} M	2,5
10^{-2} M	25



D.6 Preparació de dissolucions de fons NaNO_3 0,2 M (ISA)

Seguint el procediment descrit en l'apartat D.1, es calcula la massa de NaNO_3 necessària per a la preparació de diferents volums de dissolució d'aquest compost. Les mesures reals es mostren a la Taula D.3. El volum (V) s'expressa en litres. El càlcul del valor corresponent a cada solució es determina amb l'equació Eq. D.3.

$$m_{\text{teòrica}} = V \cdot L \cdot \frac{0,2 \text{ mol NaNO}_3}{1 \text{ L}} \cdot \frac{84,99 \text{ g NaNO}_3}{1 \text{ mol NaNO}_3} \quad (\text{Eq. D.2})$$

Taula D.3. Recull dels resultats de la preparació de la dissolució 0,2 M de NaNO_3 . (*) indica dues pesades.

Data de confecció	Volum [L]	Massa real de NaNO_3 [g]	Concentració NaNO_3 [M]
3 de setembre de 2009	1	16,998	0,2000
5 de novembre de 2009	1	17,001	0,2000
17 de novembre de 2009	4	33,993+33,992 *	0,2000
3 de desembre de 2009	2	33,994	0,2000
10 de desembre de 2009	1	16,998	0,2000
15 de desembre de 2009	2	33,995	0,2000

D.7 Preparació de dissolucions de 4 L de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ a 35 ppm

El procediment de preparació de la dissolució és el mateix que els altres casos amb una excepció. Com que no hi ha cap matràs aforat de 4 L, es preparen diferents dissolucions de volum menor (2 L) a la mateixa concentració. Una vegada preparada la primera dissolució, s'aboca en un recipient de capacitat adequada i es repeteix el procés.

Les quantitats teòriques i reals de la sal $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ es mostren a la Taula D.4. A banda d'això, es presenta el càlcul de la concentració obtinguda en ppm tal com s'exposa en el capítol C de l'annex. Combinant l'expressió Eq. C.3 amb Eq. D.1, s'obté el factor de conversió necessari pel càlcul de la quantitat de massa de sal per a la preparació de dissolucions a una certa concentració en ppm i volum determinat. PM_0 és la massa molecular de la sal de partida, és a dir, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ que és 241,6 g/mol.

$$m[\text{mg}] = \frac{C_k [\text{ppm}]}{PM_k \cdot 1000} \cdot PM_0 \cdot V \quad (\text{Eq. D.4})$$



Taula D.4. Resum dels valors teòrics i experimentals per a la preparació de les dissolucions de 35 ppm de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. (*) indica dues pesades.

Data de preparació	Volum [L]	Massa pesada [mg]	Concentració real [ppm]
17 de novembre de 2009	4	266+266 *	35,0
15 de desembre de 2009	2	266	35,0

D.8 Preparació de 1 L de dissolució 0,1 M HClO_4

La dissolució de partida està concentrada al 71% en pes. La densitat d'aquesta solució és 1 kg/0,6 L. La massa molecular és 100,46 g/mol. Per determinar el volum necessari d'aquesta dissolució per preparar la nova es realitzen el factor de conversió següent:

$$1L \cdot \frac{0,1 \text{ mol}}{1L} \cdot \frac{100,46 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{0,6 L}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1L} \cdot \frac{1}{0,71} = 8,49 \text{ mL}$$

A causa de la resolució de la pipeta de 100-1000 μL és $\pm 0,05 \text{ mL}$, el valor més precís que es pot prendre és 8,50 mL. S'aboca aquest volum a un matràs aforat de 1 L. Aquesta dissolució es prepara el dia 23 de novembre de 2009.





E. Avaluació dels canals del processador de senyal

La qualificació dels diferents canals es realitza amb el sensor Ca-L1 fabricat en el primer intent de membrana en companyia de l'elèctrode de referència. La metodologia d'estudi consisteix en dur a terme lectures potenciomètriques reals d'una dissolució de 10 mL de NaNO_3 0,1 M amb 25 μL de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M. L'elecció d'aquesta quantitat de dissolvent (10 mL) és precisament per mantenir el sistema el més semblant possible a una anàlisi real. La petita addició del catió calci serveix per assegurar que l'ISE és capaç de rebre un senyal clar de la mostra que analitza.

El canvi de canal s'efectuarà durant el desenvolupament de la recollida de dades mitjançant el programa *Advantechcalb6* programat en l'entorn LabVIEW, comentat en el capítol F del present annex. L'estudi per analitzar el comportament del canal és qualitatiu. En la Taula E.1. es mostren els resultats obtinguts.

Taula E.1. Avaluació dels canals. Els canals no representat són els descartats en altres projectes anteriors.

Canal	Variació de la senyal respecte el valor mig [mV]
0	20
2	3
3	2
6	2
7	1
8	2
9	1
11	2
13	1
14	2
15	2

Cal destacar la circumstància que la part elèctrica del sistema és molt sensible a canvis de configuració de l'entorn elèctric, en altres paraules, el seu comportament depèn de les condicions de funcionament d'altres aparells i de les connexions elèctriques interiors i/o



exterior del laboratori. Això es va constatar quan es van fer modificacions en el sistema elèctric amb motiu de la instal·lació de campanes de gasos en diferents laboratoris de la planta 4 (departament d'Enginyeria Química de l'ETSEIB). El resultat fou una reducció del soroll en les lectures.

El canals més emprats en tota la memòria són el número 3, 6, 7, 9 i 13. El motiu principal és que empíricament s'ha constatat que no s'interfereixen entre ells, en altres paraules, no hi ha increment del soroll quan estan en funcionament. Cal afegir l'interés de mantenir en un mateix panell del programa *Advantechcalb6* els sensors estudiats, sempre i quan no es contradigui al primer criteri. La Fig. E.1. presenta un exemple d'una anàlisi amb més d'un sensor i, per tant, canal.



Fig. E.1. Exemple d'estudi potenciomètric amb quatre sensors en paral·lel. Els canals emprats són 3, 6, 7 i 9. Els ISE utilitzats són Ca-L2-2, Ca-G4, Ca-G5 i Ca-G6.



F. Entorn LabVIEW

El programa LabView desenvolupat per National Instruments™ ([29] de la memòria) és un entorn de programació gràfica utilitzat per desenvolupar programes de mesura i control de sistemes de manera molt intuïtiva. Ofereix la possibilitat d'emprar gran quantitat de dispositius de mesura, disposa de la capacitat d'emmagatzematge de programes creats per l'usuari i de visualització de dades. En el projecte s'empra la versió 7.1.

Els softwares emprats en el projecte van ser desenvolupats a partir de l'entorn LabVIEW pel Departament d'Enginyeria Química de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB) de la UPC en col·laboració de la Universidad de La Habana. Es tracta dels programes *Calibratge* i *Control i Adquisició Semiautomàtica*. El primer només adquireix i monitoritza les dades potenciomètriques provinents de l'experimentació. El segon permet controlar l'estat de vàlvules (obertes o tancades) i el sistema de propulsió del líquid estudiat (velocitat de la bomba peristàtica), així com la programació dels períodes d'adquisició de dades.

Els dos programes comparteixen la comanda ADQUIRIR. Quan s'executa es realitzen dues accions: emmagatzemar en un arxiu tipus *.dat* la lectura provinent dels elèctrodes i representar-la gràficament i numèrica per pantalla l'evolució temporal d'aquests senyals. En qualsevol de les dues accions, les unitats són les mateixes: pel temps (t) són segons (s) i per la lectura potenciomètrica (E) són milivolts (mV).

F.1 Programa Calibratge

Aquest programa presenta dues diferències importants respecte el *Control i Adquisició Semiautomàtica* i són, per una banda, no permetre el control del sistema automàticament, simplement emmagatzema i mostra la diferència de potencial mesurada pels elèctrodes; de l'altra, el procediment d'arrencada i funcionament. A continuació s'explica aquesta segona diferència.

El funcionament del programa pel qual va ser dissenyat es basa en recollir senyals puntuals per a concentracions conegudes, és a dir, a partir d'una plantilla de concentracions predefinides el programa recull una mesura corresponent a aquesta concentració.

L'aparença del programa varia segons la faceta que interressi. N'existeixen tres: *Configuración*, *Adquisición* y *Calibración*. Cadascuna d'aquestes té una finalitat concreta. *Configuración* s'utilitza per a la posada en marxa del programa (Fig. F.3). *Adquisición* s'usa per seguir l'evolució temporal de tots els sensors alhora (Fig. F.4). *Calibración* permet



visualitzar durant l'anàlisi els punts registrats a cada canal (sensor) fins el moment. Aquesta és una opció exclusiva del programa *Calibratge* utilitzat a l'experimentació. La Fig. F.5 mostra aquesta aparença del programa.



Fig. F.1. Barra de selecció de l'entorn LabVIEW

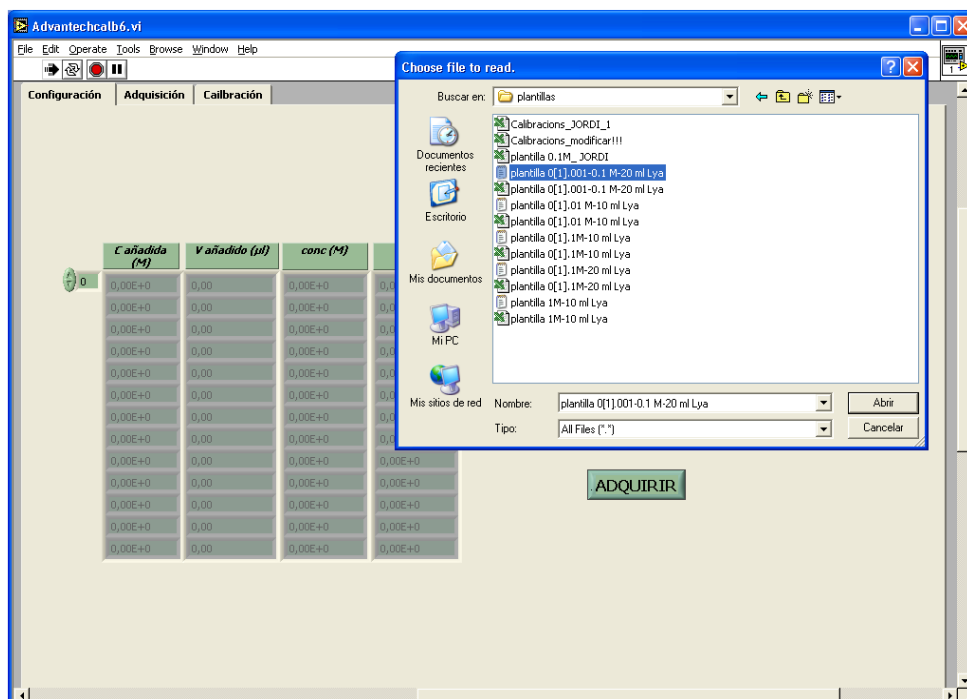


Fig. F.2. Selecció de plantilla.

Per a posar en funcionament l'anàlisi amb aquest programa cal seguir una sèrie d'etapes. Primer de tot, una vegada obert l'entorn LabVIEW s'ha de seleccionar el programa corresponent al programa *Calibratge* anomenat *advantechcalb6.vi*. En segon lloc cal seleccionar el botó amb una fletxa de la Fig. F.1 per iniciar el procés d'arrencada del programa. Aleshores, es demana seleccionar la plantilla de l'experiment (Fig. F.2). Una vegada es tria, ja està punt (Fig. F.3). Finalment i des de l'aparença *Configuración*, se selecciona els canals actius durant l'experiment. Per defecte apareixen tots. Els canals deshabilitats corresponen a una lectura de 0 mV en tot el temps de l'experiment. Quan ja s'ha finalitzat tot aquest procés, es clica a ADQUIRIR perquè comenci a funcionar.



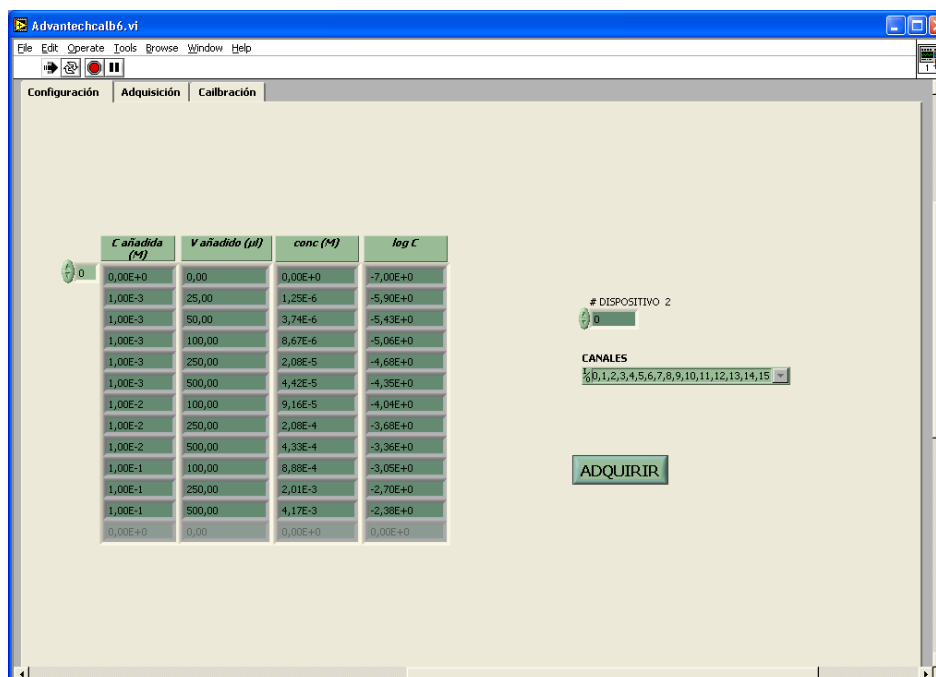


Fig. F.3. Panell a punt per recopilar senyals (aparença Configuración).

En aparença de *Adquisición*, el panell que es presenta es mostra a la Fig. F.4. Es pot observar que hi ha tres seccions en el panell.

En la part superior es troba la representació temporal de les lectures realitzades. Cada color representa un canal diferent (la llegenda es troba a la part inferior). L'escala es pot modificar o permetre al programa autoajustar-la.

En la part central es localitzen les caselles que marquen el valor instantani de diferència de potencial en mV per canal. Els canals que mostren una lectura 0,00 són aquells que han estat deshabilitats.

En la part inferior apareixen tres elements: les dades de la plantilla, el botó *cambio* i el botó *STOP*. Les dades de la plantilla corresponen al nivell d'avanç de l'experiment. El botó de *cambio* serveix per emmagatzemar la dada de potencial que en aquell moment estigui sent llegida en un fitxer especial tipus *.log*. Aquest fitxer està distribuït com la plantilla de manera que la relació de potencial i concentració és directa. El moment de prémer-lo és quan la lectura es considera estable (amb poques oscil·lacions) a criteri de l'analista. Un cop s'ha premut el *cambio*, les dades corresponents a la plantilla avancen un posició automàticament. El botó *STOP* permet finalitzar el procés d'adquisició de dades en qualsevol moment de l'experiment.





Fig. F.4. Panell en mode *Adquisición*. En groc, la representació temporal de les dades; en violeta, les caselles del valor instantani; en verd, els botons de *cambio* i *STOP* i les dades de la plantilla.

Respecte a les plantilles, en la memòria s'empren dues diferents. La primera serveix per a experiments per determinar el paràmetres de l'ISE mitjançant les corbes de calibratge. L'altra s'utilitza per determinar el comportament del sensor a concentracions inferiors a les del límit pràctic de detecció, és a dir, la corba completa de calibratge. Les Taules F.1 i F.2 les mostren. La primera línia de cada plantilla s'ha d'afegir perquè el programa guardi la primera mesura com a un blanc. Com es pot deduir, el log C no correspon amb la concentració real sinó que es tria aquest valor perquè és proper al comportament previst per a l'ISE en les calibracions.

Taula. F.1. Plantilla de calibratge.

Concentració afegida [M]	Volum afegit [µl]	Concentració [M]	log C
0	0	0	-5,00
0,1	25	1,25E-04	-3,90
0,1	50	3,74E-04	-3,42
0,1	100	8,67E-04	-3,10
0,1	250	2,08E-03	-2,68
0,1	500	4,42E-03	-2,35
0,1	1000	8,78E-03	-2,10



Taula. F.2. Plantilla de l'anàlisi de la corba completa de calibratge.

Concentració afegida [M]	Volum afegit [μ l]	Concentració [M]	log C
0	0	0	-7,00
0,001	25	1,25E-06	-5,90
0,001	50	3,74E-06	-5,43
0,001	100	8,67E-06	-5,06
0,001	250	2,08E-05	-4,68
0,001	500	4,42E-05	-4,35
0,01	100	9,16E-05	-4,04
0,01	250	2,08E-04	-3,68
0,01	500	4,33E-04	-3,36
0,1	100	8,88E-04	-3,05
0,1	250	2,01E-03	-2,70
0,1	500	4,17E-03	-2,38

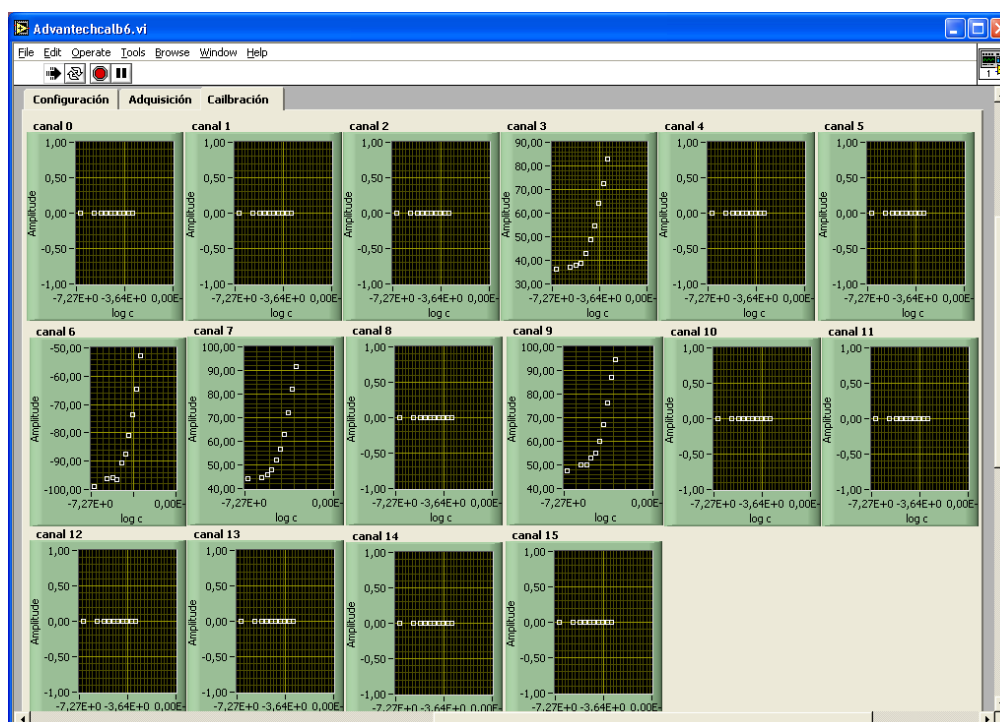


Fig. F.5. Panell en mode *Calibración*. A cada canal li pertoca un gràfic diferent. En abscesses es representa el log C i en ordenades E [mV].

F.2 Programa Control i Adquisició Semiautomàtica

La utilitat d'aquest programa és facilitar la monitorització de processos i reaccions de llarga duració (hores o dies) i permet alliberar una persona pel control d'avanç de l'esmentat procés. El seu funcionament es diferencia de l'anterior en que no es destina cap



arxiu especial (.log) per emmagatzemar mostres puntuals, sinó que l'arxiu .dat guarda les dades de les lectures compreses en els intervals de temps definits com d'adquisició. És per això que acaba sent necessari programar els períodes d'adquisició

En la taula F.3 es presenten totes les comandes que es poden emprar per a la programació. El codi de l'algoritme que ha de seguir el programa es codifica en un arxiu .txt. Cada comanda ha d'ocupar una línia (per exemple *adq 230*) havent un espai entre la instrucció i la xifra. Els experiments en els quals s'utilitza aquest programa fan necessari només treballar amb les comandes *adquirir* i *demora*.

Taula. F.3. Comandes disponibles del *Control i Adquisició Semiautomàtica* [11].

Comanda	Instrucció del programa	Significat de la xifra
Obrir una vàlvula	v	El número de la vàlvula (número enter entre 0 y 15).
Tancar una vàlvula	-v	
Adquirir	adq	El temps en segons durant el qual el programa executarà l'ordre.
Demora	d	
Modificar la velocitat de la bomba	b	Un número entre 0,00 y 5,00 estant el primer cas aturada i en el segon a màxima velocitat.

En aquest programa, només es mostren dues aparences diferents: la inicial i la d'adquisició. La inicial (Fig. F.6) correspon a un panell on es visualitza l'estat de les vàlvules (obertes o tancades), la velocitat de funcionament de la bomba, el temps que durà a terme la instrucció i els canals disponibles. La visualització d'adquisició equival a l'aparença homòloga del programa *Calibratge* però sense la part corresponent a la plantilla (rectangle verd de la Fig. F.4).

Per posar en marxa el programa, en primer lloc cal prémer el mateix botó que en el programa *Calibratge*. Aleshores es demana especificar l'arxiu .txt on es troba l'algoritme d'execució. A continuació cal definir el nom de l'arxiu on es guardaran les dades. Una vegada realitzades les dues assignacions d'arxius, el programa s'inicia automàticament.

La particularitat d'aquest sistema d'enregistrament de dades és que l'opció de visualització simultània de dades només és accessible durant els períodes d'adquisició de dades. Això resulta una dificultat a l'hora de seguir l'evolució de l'experiment que s'estigui realitzant perquè s'ha d'esperar fins el proper cicle de captura de dades.



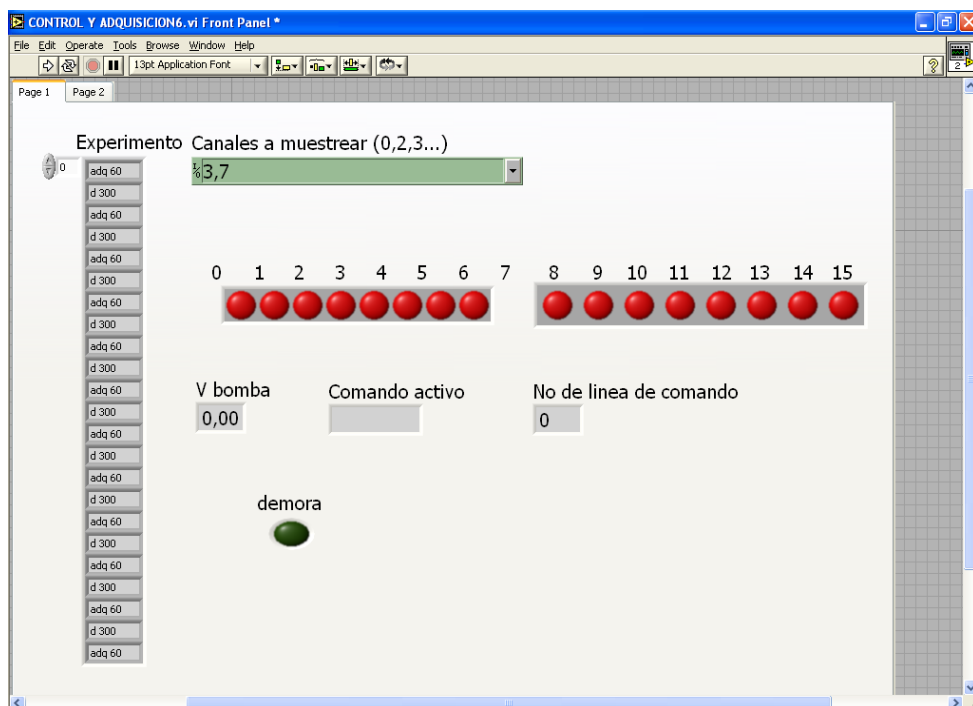


Fig. F.6. Panell inicial del programa Control i Adquisició Semiautomàtica.





G. Elements de la monitorització de la conductivitat i el pH

G.1 Microelèctrode de referència tubular

L'elèctrode de referència utilitzat per a la monitorització és el model MI16-702 de Microelectrodes, Inc, és del tipus Ag-AgCl i l'electròlit del qual requereix és KCl 3 M. La Fig. G.1 el mostra. Es recomana canviar periòdicament la dilució interna, com per exemple cada dia.

Per a netejar-lo és necessari eliminar qualsevol precipitat del recipient que conté la dissolució interna amb aigua Milli-Q i passar-hi aigua desionitzada per la part tubular.

Per a deixar l'elèctrode més d'una setmana inactiu després de netejar-lo, és preferible desmuntar-lo, en altres paraules, separar la part amb el fil de plata i la part que serveix per mantenir confinada la dissolució interna.



Fig. G.1. Connexió de l'elèctrode de referència (esquerra) i la sonda de pH (dreta). El flux de mostra va d'esquerra a dreta.

G.2 Sonda de pH

L'elèctrode que realitza la mesura de pH és un bloc fix model MI16-705 de Microelectrodes, Inc. i no disposa d'accés a la dissolució interna. La Fig. G.1 mostra el dispositiu. Es calibra amb tampons de pH 4,01 i 7,00 de la casa CRISON INSTRUMENTS S.A.

Per a les dissolucions que s'empren en el projecte, no és necessari la neteja amb productes especials sinó que simplement cal passar aigua Milli-Q durant uns minuts.



Per mantenir-lo inactiu més d'un dia, es recomana deixar a l'interior de l'elèctrode ple d'una dissolució de tampó de preferiblement de pH 4,01, tal com recomana el fabricant.

G.3 Sonda de conductivitat

La sonda de conductivitat emprada (model MI16-900 de Microelectrodes, Inc.) és també una sola peça. La seva constant de cel·la és $1,00 \text{ cm}^{-1}$. La Fig. G.2 mostra una imatge d'aquest elèctrode. Es calibra amb solucions de $147 \mu\text{S/cm}$ i $1413 \mu\text{S/cm}$ de CRISON INSTRUMENTS S.A.

Tant per a la neteja com per a la conservació en inactivitat s'aconsella passar-li en primera instància aigua d'alta desionització com ho és el tipus milli-Q i guardar-lo directament segons els components químics emprats en aquest projecte.



Fig. G.2. Sonda de conductivitat


G.4 ORION 5-Star

El dispositiu ORION 5-Star és un mesurador capaç de mesura pH, conductivitat, lectures potenciomètriques d'un elèctrode (en general o d'un ISE), potencial redox (ORP), salinitat, resistivitat, oxigen dissolt (DO i RDO), temperatura i total de sòlids dissolts (TDS). Només necessita connectar el sensor adequat. Simultàniament, pot mesurar tres magnituds de les anteriors independentment de la temperatura, que pot ser mesurada mitjançant un dels sensors emprats o a part. No obstant, no es vàlida qualsevol combinació. La Taula G.1 mostra quines són, podent triar una magnitud de cada fila. Les figures Fig. G.3 i G.4 mostren la fitxa tècnica del producte.

Taula G.1. Taula de combinacions de magnituds simultànies. Només es pot triar un element de cada fila.

pH	ISE	ORP	Potencial [mV]
Conductivitat	TDS	Salinitat	Resistivitat
DO			





Star Series Specifications

Orion 5-Star pH/ORP/ISE/Cond/DO

Benchtop Multiparameter (Cat. No. 1119000)
Benchtop Multiparameter Kit (Cat. No. 1119001)

- pH, ORP, DO, ISE, and Conductivity measurements in one compact, easy to use unit
- Full complement of GLP-related features including 21 CFR Part 11 software
- SMART STABILITY™ and SMART AVERAGING™ functions for automatically optimized accuracy, precision and response time
- Storage of up to 10 password protected methods for easy retrieval of operation procedures
- Convenient, built-in Quick-Start Guide
- Backed by revolutionary electrode technology and applications expertise
- Simultaneous display of pH, ORP, ISE, Cond, DO and temperature measurements
- Stirrer & AUTO-STIR™ probe control

Specifications	
pH	
Readout Range / Resolution	-2.000 to 19.999 or 0 to 14 in aqueous solutions / 0.1, 0.01, 0.001
Relative Accuracy	± 0.002
SMART STABILITY™ and SMART AVERAGING™	Resolution dependent / automatic
AUTO-CAL™ and/or Manual Calibration	1 to 5 points; US/NIST, DIN, and custom buffers recognized
ISE	
Range / Resolution	0 to 19900 / 1, 2, or 3 significant digits
Relative Accuracy	± 0.2 mV or 0.05%, whichever is greater
SMART STABILITY™ and SMART AVERAGING™	Resolution dependent / automatic
Units	M, mg/L, %, ppb, or no units
# ISE Cal points	1 to 5
Special ISE Calibration Features	Linear point to point, selectable auto-blank non-linear, low concentration range
mV	
Range - mV / RmV	± 1999.9
ORP	E _h autocalibration to standard hydrogen electrode
Resolution	0.1
Relative Accuracy	± 0.2 mV or 0.05%, whichever is greater
Conductivity	
Range	0.000 to 3000 mS/cm, auto resolution with cell constant dependence
Resolution	4 significant digits down to 0.001 µS/cm, cell constant dependent
Relative Accuracy	0.5% ± 1 digit or 0.01 µS/cm, whichever is greater
Cell Constant	0.001 to 199.9
Cell Compatibility	2 Cell, 4 Cell, Planar Cell
SMART STABILITY™ and SMART AVERAGING™	Resolution dependent / automatic
DirectCal™ / AUTO-CAL™	1 to 5 points / 1 to 3 points
Resistivity	
Range / Resolution	0.0001 to 100 Megohm / Auto resolution
Relative Accuracy	0.5 % ± 1 digit
Salinity	
Range / Resolution	0.01 to 80.0 ppt NaCl equivalent, 0.01 to 42ppt practical salinity / 0.01
Relative Accuracy	± 0.1 ± 1 digit
TDS	
Range / Resolution	0 to 19999 / 1 mg/L
Relative Accuracy	± 0.5 % ± 1 digit
Adjustable TDS Factor	0.00 to 10.00
DO	
Range / Resolution Concentration	0.00 to 90.0 mg/L / 0.0/0.00
Range / Resolution % Saturation	0.0 to 600% / 0/0.0
Relative Accuracy Concentration / % Saturation	± 0.5% ± 1 digit
SMART STABILITY™ and SMART AVERAGING™	Resolution dependent / automatic
Auto Calibration or Manual Input	Water Saturated Air and Air Saturated Water, Winkler
Calibration to Winkler Titration for BOD	Available as needed
Salinity Factor	0 to 45 ppt
Barometric Pressure Range	450 to 850 mm Hg
Probe Type	Polarographic

Above data generated under optimal/controlled circumstances.

(page 1 of 2)

Analyze • Detect • Measure • Control™

Thermo

ELECTRON CORPORATION

Fig. G.3. Fitxa tècnica de l'ORION 5-Star (pàgina 1).



Specifications	
Temperature	
Range / Resolution	-5 to 105 °C / 0.1 up to 99.9 °C, 1.0 over 99.9 °C
Relative Accuracy	± 0.1 °C
Temperature Compensation	DO (auto); Cond (nLF, linear 0.0 to 10.0% / °C); pH (auto/manual)
Display	Custom backlit LCD, for easy viewing
Inputs/Outputs	
Sensor Inputs	Conductivity-miniDIN - Locking; DO-miniDIN - Locking; ATC-miniDIN - Locking; pH/ISE - BNC; Reference-Pin tip; Stirrer-Phono jack
Communications	Bi-directional RS232 - Stereo jack, optional USB interface Cable
Special GLP Software Features	
# Of Data Logging Points	200 points by time, stability or manual read with time/date stamp
Calibration Log	Last 10 Calibrations
User Method Storage	10 Saved
Advanced Self-test and Diagnostics	YES
GLP Electrode Verification	YES
Password Protection	YES
Internet Software Updates / Downloadable Methods	YES
21 CFR Part 11 Software Package	YES
Power	Universal power adaptor and battery power 4 x AA batteries
Regulatory and Safety	CE, CSA, UL, TÜV, FCC Class A limits
Environmental Operating Conditions	
Ambient Operating Temperature	5 to 45 °C
Relative Humidity	5 to 85% Non-Condensing
IP Rating	IP54, splashproof and dustproof
Warranty	36 months (from date of purchase)

Above data generated under optimal/controlled circumstances.

Multiparameter Benchtop Meter Kit (1119001) Includes:	
Cat. No.	Description
1119000	5-Star multiparameter benchtop meter with ISE
81029NU	ROSS Ultra® electrode with BNC connector
927005MD	A series PorPacT® meter, epoxy ATC probe, 3.5m cable
081010MD	DO probe, 3m cable
013005	Conductivity cell, 1.5m cable
810001	ROSS® pH electrode storage solution, 475 mL
011007	Conductivity/TDS standard 1413 µS, 5x60 mL
080113	Probe service kit
970802	Overflow funnel with stirbox
080017	DO calibration sleeve, A series probes
1110001	Electrode stand
910104	pH 4.01 buffer, 475 mL
910107	pH 7.00 buffer, 475 mL
910110	pH 10.01 buffer, 475 mL

Star Series Specifications

Orion 5-Star pH/ORP/ISE/Cond/DO

Benchtop Multiparameter
(Cat. No. 1119000)
Benchtop Multiparameter Kit
(Cat. No. 1119001)

(page 2 of 2)



Environmental Instruments Water Analysis Instruments

166 Cummings Center
Beverly, MA 01915 USA

S-551119000E 02/05 RevB

Toll Free: 1-800-225-1480
Tel: 1-978-232-6000
Dom. Fax: 1-978-232-6015
Int'l Fax: 978-232-6031
www.thermo.com/water



© 2005 Thermo Electron Corporation. All rights reserved.

Fig. G.4. Fitxa tècnica de l'ORION 5-Star (pàgina 2)



El mateix dispositiu disposa de capacitat de memòria. No obstant, es connecta a l'ordinador tal com es detalla en les instruccions. L'objectiu és augmentar el potencial de la màquina tant en tema d'emmagatzematge, accessibilitat a les dades i comoditat en utilitzar-les.

G.5 Star Plus Navigator 21

Star Plus Navigator 21 és el software ofert pel fabricant ThermoFisher Scientific que serveix d'interfase entre el dispositiu ORION 5-Star i l'usuari. És una eina còmode per a realitzar qualsevol tipus d'acció amb els sensors comentats en l'apartat anterior.

La pantalla principal una vegada s'ha executat el programa (Fig. G.5). S'observen tres àrees que corresponen conceptualment a tres tipus d'accions realitzables. Com que aquest programa és molt complet, en aquesta part de l'annex es destacaran els aspectes del software emprats en l'experimentació.

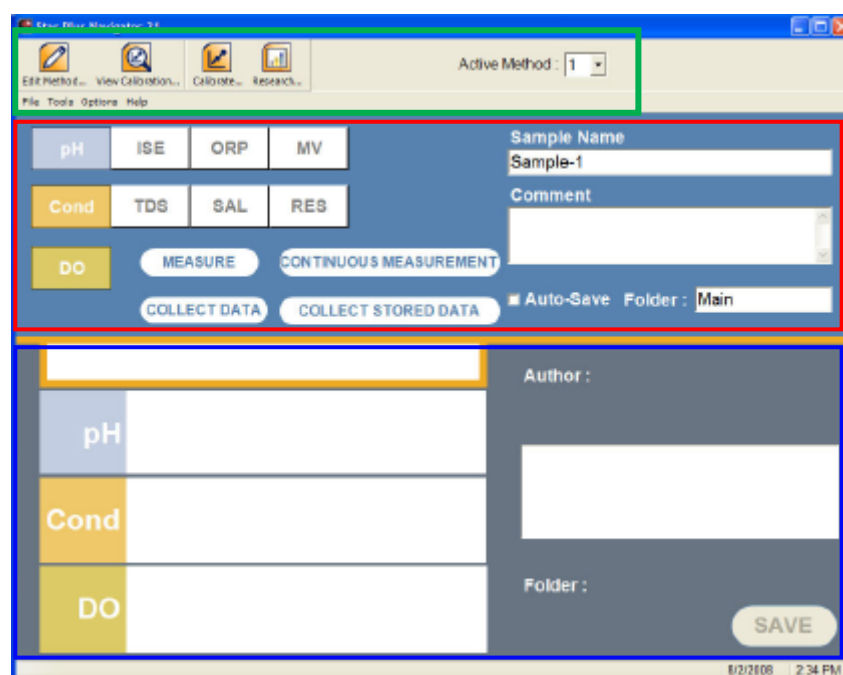


Fig. G.5. Pantalla principal del programa Star Plus Navigator 21. Divisions: configuració (en verd), modalitat de registre (en vermell) i visualització de dades (en blau)

G.5.1. Secció de configuració

El primer tipus de secció és la configuració i es troba situada a la part superior (emmarcada de verd). Les principals accions que es poden realitzar són la configuració de



Methods (model de configuració), observar les calibracions actuals, iniciar un calibratge nova, cercar dades d'experiments anterior i triar el *Method* que s'utilitza en els experiments.

En tots els experiments s'usa el mateix *Method*. La Taula G.2 representa el valor dels diferents paràmetres configurats. La resta mantenen el seu valor per defecte.

Taula G.2. Descripció del *Method* emprat pels experiments. Entre parèntesis incorporen especificacions.

pH	<i>pH resolution</i>	0,001
	<i>Buffer set</i> (classificació dels tampons emprats)	USA (4,01 i 7,01)
Conductivitat	<i>Temperature compensation</i>	Lin (el fabricant recomana la compensació)
	<i>Temperature coefficient</i> (pel cas de comportament lineal amb la temperatura)	2,1 %/°C (valor recomanat pel fabricant)
	<i>TDS factor</i> (factor de conversió de TDS)	0,49 (valor típic per aigües naturals)
	<i>Cell constant</i>	1,000
	<i>Reference temperature</i>	25°C
	<i>Cell type</i>	Standard (les plaques estan en paral·lel una de l'altra)

NOTA: Segons el manual del programa, els tampons de 4,01 i 7,01 són considerats com USA pel *Buffer set*.

La segona opció que ofereix és visualitzar els calibratges del diferents magnituds actuals. Es poden consultar els diferents paràmetres associats a cada calibratge utilitzats pel programa, com per exemple la desviació respecte la recta ideal del calibratge realitzada pel cas del pH.

La tercera opció és dur a terme un calibratge. En primer lloc cal triar aquesta opció i després escollir quina magnitud es desitja calibrar. Existeix l'opció d'emprar la temperatura com a variable del calibratge. Aleshores, apareix l'opció de triar quants i quins patrons s'usaran (Fig. G.6), encara que el programa també disposa de la capacitat d'identificar-les automàticament. Després d'introduir aquesta informació, el mateix programa guia com ha de realitzar-se la mesura i canvi dels patrons.

La quarta opció de la secció de configuració és l'accés a la informació obtinguda anteriorment ja siguin calibracions, mesures puntuals o contínues guardades. Amb aquestes dades, el programa permet observar-les, classificar-les segons diferents criteris, realitzar gràfiques amb elles, presentar les dades en forma d'informe, exportar les dades i imprimir-les.

L'última de les opcions és simplement escollir el *Method* pels experiments que s'han de dur a terme. Una vegada guardats els resultats, en la memòria resta la identificació del *Method* que es va utilitzar en cada prova.





Fig. G.6. Calibratge de pH: tria de nombre de patrons i pH de cadascun.

G.5.2. Secció de modalitat de registre

Aquesta secció (mostrada en la Fig. G.5 en vermell) permet seleccionar els paràmetres que es mesuren. Com ja ha quedat clar en la Taula G.1, es poden triar com a màxim tres tipus de mesures diferents. Per fer-ho, cal marcar prèviament la magnitud que es desitja mesurar.

És important recordar que és imprescindible calibrar cada cert temps els sensors per evitar que amb el pas del temps o a altres factors els elèctrodes es desajustin i prenguin lectures incorrectes.

A la part dreta d'aquesta (Fig. G.5), es facilita l'opció de donar nom a cada mostra, afegir algun comentari, triar la carpeta interna d'emmagatzematge i si s'habilita el guardat automàtic.

Les modalitats de registre són les maneres com es prenen mesura de les mostres. Aquestes són mesura puntual (*Measure*), mesura contínua (*Continuous measurement*), activar l'adquisició de dades a través de l'ORION 5-Star (*Collect data*) i importar les dades emmagatzemades en aquest dispositiu (*Collect stored data*). En el projecte només s'han emprat les dues primeres opcions.

En el cas de les mesures puntuals, les lectures apareixen en la secció de visualització de dades. Les mesures contínues no apareixen enlloc de la Fig. G.5 sinó que s'activa una



altra aplicació anomenada *Continuous Monitor* (Fig. G.7) a través de la qual només es mesuren les magnituds habilitades tal com s'ha explicat paràgrafs enrere.

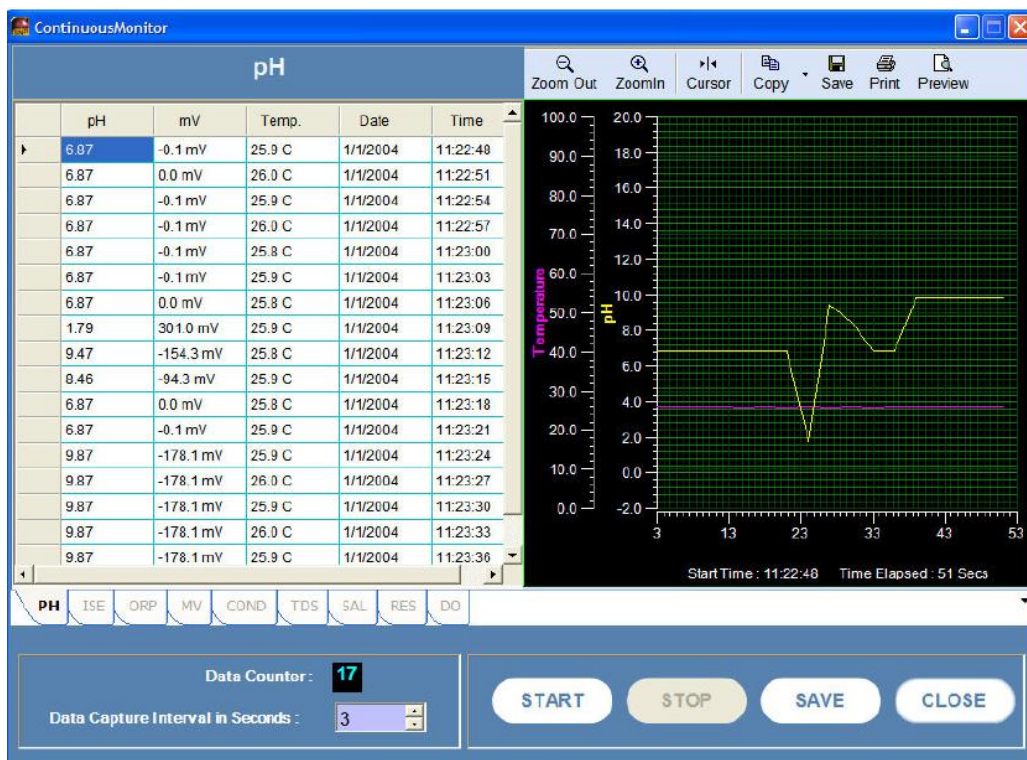


Fig. G.7. *Continuous Monitor* en estat de registre de dades. En la imatge es registra pH.

El funcionament d'aquesta aplicació és senzill. Abans de començar a prendre mesures programa cada quan segons ha de registrar una lectura. Això es realitza a través de *Data Capture Interval in Seconds*. El valor mínim que pot prendre és 3 s. Una vegada introduït aquest paràmetre ja està a punt per començar. Perquè iniciï el procés, se selecciona amb el cursor l'opció START.

Durant el funcionament del *Continuous Monitor*, hi ha tres coses que es van modificant cada cop que es pren una mesura: la taula d'adquisició, el *Data Counter* i la monitorització de les dades. El contingut de la taula d'adquisició depèn de la magnitud que es registri encara que sempre hi apareix l'hora de la mesura i la temperatura, es mesuri o no. El *Data Counter* és un simple comptador que indica quantes lectures s'han pres fins el moment. La monitorització de les dades per defecte s'autoajusta, però és possible personalitzar l'escala dels eixos.

Per aturar el procés d'adquisició se selecciona l'icona STOP, es guarden les dades amb SAVE i tanca l'aplicació amb CLOSE. Existeix la possibilitat de copiar les dades directament a una base de dades abans de prémer CLOSE.



G.5.3. Secció de visualització de dades puntuals

Aquesta part es mostra en la Fig. G.5 en un rectangle blau. En la modalitat de mesura puntual, les magnituds triades apareixen aquí. Perquè es guardin és necessari triar l'opció SAVE.





H. Preparació de la columna de llit fix constituïda per rapa de raïm

Per a obtenir la major reproductibilitat possible, és molt important seguir el mateixos passos de preparació de la rapa abans d'utilitzar-la com biosorbent. Per aquest motiu, en aquest capítol es descriurà cada etapa pas a pas.

H.1 Tractament de la rapa de raïm

La primera de les necessitats és preparar la rapa de raïm perquè es pugui omplir la columna sent la mida de la partícula l'adient i estigui lliure de partícules i substàncies que interferissin en el procés de biosorció.

H.1.1. Fragmentació manual

Aquest pas consisteix en trinxar les branques de raïm, en parts el més petit possible, per facilitar la mòlta posterior. Això es realitza manualment. D'aquesta manera s'obtenen fragments molt petits de mides heterogènies.

H.1.2. Rentats

L'objectiu del rentat és eliminar qualsevol agent que perjudiqui la biosorció ja siguin partícules de terra, pols, restes d'insectes o pesticides, entre altres. La rapa triturada manualment es renta de dues maneres diferents.

La rapa en el primer rentat és netejada amb aigua destil·lada dins un recipient de mida adient com per exemple un cristal·litzador. La quantitat d'aigua necessària es determina amb el mínim perquè la rapa floti. Aquest tipus de rentat es repeteix tres vegades. La primera es caracteritza per agitar la rapa i l'aigua durant tres minuts i després deixar-ho reposar durant sis minuts. En la segona s'agita durant dos minuts i es deixa reposar quatre. Finalment, la tercera consisteix en remoure un minut i esperar-ne dos.

Per l'agitació s'empra una vareta de vidre del laboratori. Un cop ha finalitzat aquest rentat, es buida l'aigua procurant no perdre rapa. Aleshores aquesta es deixa en repòs en un armari durant un dia.

Passat aquest temps, s'inicia la segona etapa del rentat amb ultrasons. Aquesta manera de netejar consisteix en mantenir durant cinc minuts el recipient que conté la rapa amb aigua destil·lada nova en l'aparell d'ultrasons.



El bany d'ultrasons (model 3000837 de J.P. Selecta) funciona mitjançant la formació de bombolles de cavitació en el líquid que conté l'aparell, en aquest cas aigua destil·lada. La pressió acústica provocada pel transductor genera zones de compressió i de refracció en el fluid, en les quals apareixen les esmentades bombolles. La implosió brusca d'aquestes bombolles en contacte amb la peça que conté l'aparell induïx la vibració que actua per la neteja.

Per a un correcte funcionament, s'ha d'omplir d'aigua destil·lada la cavitat principal del dispositiu destinat a col·locar la peça a rentar. La quantitat d'aigua no ha de superar les marques del propi aparell.

H.1.3. Secat

Acabada l'etapa anterior es procedeix a assecar la rapa de raïm emprant una estufa de laboratori (Carlos Rafael Mabés, S.A.) a 100°C. Es deixa el cristallitzador durant un dia. Si passat aquest temps s'observa que la rapa no està completament seca, es manté durant més estona fins aconseguir que estigui ben seca.

H.1.4. Mòlta i tamisat

Després d'assecar la rapa, s'ha de moldre. Per a tal fita s'empra un molinet de cafè elèctric qualsevol. Com que el diàmetre de partícula que interessa és entre 0,8 i 1 mm ([19] i [30]), cal vigilar no moldre massa estona per tal de no reduir excessivament aquest diàmetre.

Pel tamisat, s'usa un tamissador elèctric (FTL-0200 de Filtra Vibración). Els tamisos necessaris són de diàmetres 1,4 mm, 1 mm, 0,8 mm, 0,5 mm i 0,355 mm. D'aquesta manera, s'obtindran partícules de diàmetres corresponents a 1,4-1 mm, 1-0,8 mm, 0,8-0,5 mm i 0,5-0,355 mm i així s'aconsegueix la rapa de raïm a la mida que interessa. El dispositiu es regula per temps i potència. Es considera suficient 60 minuts i una potència en posició 1.

H.2 Preparació de la columna de biosorció

H.2.1. Preparació de la rapa de la columna

Havent tractat la rapa de raïm amb la metodologia anterior, es procedeix a l'elaboració de la columna de biosorció. La primera tasca que s'ha de realitzar és pesar la quantitat exacta: 1,3 g [31]. Aquesta quantitat s'aboca en un vas de precipitat amb aigua destil·lada. S'afegeix una mosca magnètica amb agitació i es neteja de les partícules i pols que hi hagi



pogut quedar després de la mòlta. A mesura que la rapa va perdent aquests residus, l'aigua es va tenyint degut a les partícules en suspensió. Aleshores es filtra i es canvia l'aigua. Aquesta etapa s'acaba quan després d'unes sis hores no hi ha tinció de l'aigua ni restes apreciables de partícules en suspensió.

H.2.2. Farciment de la columna de biosorció.

La introducció de la rapa de raïm tractada i neta és l'etapa més delicada ja que s'han de prendre precaucions per evitar l'entrada d'aire intersticial en la rapa. Un error pot causar el reinici de tot el procés de farciment.

El primer pas és connectar la columna i la bomba peristàltica de tal manera que es dreni per la part inferior, a la qual s'hi col·loca un filtre adient (Polyethylene Frits 25 Micron 10 mm Col. d'Omnifit), l'aigua que hi pugui haver. Poc a poc, es va afegint la rapa dins la columna i és compactada lleugerament amb l'ajut d'una microespàtula. S'ha de procurar que mai el nivell de líquid dins la columna sigui inferior al de rapa ja que possibilitaria la presència d'aire intersticial dins la matèria vegetal.

El següent pas consisteix en canviar el sentit del flux, ara ascendent, per acabar d'eliminar possibles partícules en suspensió. És imprescindible alimentar la bomba amb aigua desionitzada i de manera que no hi entrin bombolles d'aire. Aquest procés dura com a mínim dotze hores. Amb la intenció de prevenir la pèrdua de rapa, es situa en la part superior de la columna (que resta a l'aire lliure) fibra de vidre.

Finalment, es treu la fibra de vidre, es para la bomba i es tanca la part superior de la columna. Es connecta aquesta amb el connector de tres vies. La part inferior de la columna és l'entrada i s'uneix a un tub l'extrem del qual s'immersedrà en la dissolució de coure a 35 ppm.





I. Part experimental

I.1 Material i reactius

Aquest apartat consisteix simplement en recollir tot el material, instruments i productes químics emprats en l'experimentació a mode de taula-resum ordenats alfabèticament. Els components de fabricació pròpia són aquells que s'han confeccionat en algun departament de l'ETSEIB.

Taula I.1. Material i instruments utilitzats. *Fabricació pròpia* significa que s'han construït a l'ETSEIB. *Genèric* vol dir que la marca/model no és rellevant.

Material	Marca	Model
Accessoris del soldador de tubs tubular	VICI AG International	Easy-Flange-Combi™ Kits
Agitador de tubs	SBS	AT-1
Agitador-escalfador magnètic	J. P. Selecta	AGIMATIC-N
Amonium ion-selective electrode [cos de l'elèctrode de dissolució interna de referència]	PHILIPS	IS 561-NH4+
Amplificador de senyal	Fabricació pròpia	
Balança de precisió	Uni Bloc	UW620H
Bany d'ultrasons	J. P. Selecta	3000837
Bomba peristàltica	GILSON	Minipuls 3
Cable elèctric d'entrada BNC-banana	Fabricació pròpia	
Cargols i rosques pel suport dels ISE	Genèric	
Columna de biosorció (10 mm diàmetre, 100 mm alçada i pressió màxima 600 psi)	OMNIFIT	006CC-10-10-AA
Connector de dues vies	Omnifit	1.5 mm connectors with valves ref. 1101
Connector de metacrilat de tres vies	Fabricació pròpia	
Connector de tres vies	Omnifit	1.5 mm connectors with valves ref. 1102
Connector elèctric d'entrada banana (elèctrodes convencionals amb suport de grafit)	Fabricació pròpia	
Cos d'elèctrode convencional amb suport de grafit	Fabricació pròpia	
Cos d'elèctrode tubular	Fabricació pròpia	
Cristal·litzador	Genèric	
Desionitzador d'aigua	Millipore	Academic A10
Elèctrode de referència i dissolucions internes	ORION	900200
Elèctrode selectiu de coure tubular	Fabricació pròpia	
Estufa elèctrica	Carlos Rafael Mabés, S.A.	Sense especificar
Film hermètic	Parafilm	M
Filtre de columna	Omnifit	Polyethylene Frits 25 Micron 10 mm



		Col.
Imant agitador		Genèric
Integrador de capçals de tubs tubular i accessoris	VICI AG International	Easy-Flange™
Llana de vidre	Panreac	Lana de Vidrio lavada químicamente puro (codi 211376)
Matràs aforat 1 L	HIRSCHMANN/DURAN	1000 mL DIN A
Matràs aforat 100 mL	Scharlau	100 mL ISO A
Matràs aforat 2 L	Labbox	2000 mL USP A
Matràs aforat 250 mL	PROTON	250 mL
Mesurador ORION 5-Star i software Star Plus Navigator 21	Thermo Electron Corporation	OR1119000 i OR1010007
Microelèctrode de referència tubular (i solució interna)	Microelectrodes, Inc.	MI16-702
Microespàtula		Genèric
Micropipeta (20-200 µL, 100-1000 µL i 0,5-5 mL)	Thermo Scientific	Finnipipette (4500090 i 4500120, respectivament)
Molinet de cafè		Genèric
Ordinador amb LabVIEW 7.1	Intel	Indigo (Pentium IV)
Paper abrassiu	ORION	948201
Paper de filtre		Genèric
Paper de vidre		Genèric
pH-metre	CRISON	GLP 22
Pipeta Pasteur	BRAND	7477 15
Pots de PE (1 L i 250 mL)	Kartell	1000 mL i 250 mL,
Presa de terra tubular		Fabricació pròpia
Rosques i connectors de tubs	OMNIFIT	TWO WAY COUPLING PP (002301)
		TUBE END FITTINGS 1/16 (002110)
SAI	APC	Back-UPS CS 500
Sonda de conductivitat (microelèctrode tubular)	Microelectrodes, Inc.	MI16-900
Sonda de pH (microelèctrode tubular)	Microelectrodes, Inc.	MI16-705
Suport de metacrilat pels ISE		Fabricació pròpia
Suport d'elèctrodes (convencionals i referència)		Fabricació pròpia
Tamisos (1,4 mm, 1 mm, 0,8 mm, 0,5 mm i 0,355 mm)	Filtra Vibración	48035/7, 48035/5, 48035/3 i 200/50
Tamissadora electrònica digital	Filtra Vibración	FTL-0200
Targeta d'adquisició	Advantech	PCI 17-12
Tub d'assaig amb rosca	PIREX	15
Tubs de PVC (bomba peristàltica)	Tygon	070534-10I / ENE10-SC0010 COLOR
Tubs de tefló (0,8 mm de diàmetre intern)	OMNIFIT	008T16-080-20
Vas de precipitats (100 mL)	SiMAX	100 mL



Taula I.2. Productes químics emprats.

Reactiu	Marca	Quantitat/puresa
Acetona	T ³ Química	5 L/99,6% (pes)
Àcid perclòric	MERCK	1 L/70-72% (pes)
Aigua desionitzada	MILLIPORE	Milli-Q
Bis[4-(1,1,3,3-tetrametil-butil)-fenil]-fosfat de calci (Selectophore)	Fluka	1 g/>97%
Di-n-octil-fenil-fosfonat	Fluka	10 mL/Selectophore
Clorur de calci dihidratat	MERCK	250 g/>99,9%
Nitrat de calci tetrahidratat	Riedel-de Haën	500 g/>99%
Nitrat de sodi	MERCK	1 kg/>99,5%
Nitrat de coure (II) trihidratat	MERCK	250 g/99,5%
Patrons de conductivitat (147 i 1413 µS)	Crison Instruments S.A.	Ref. 9701 i 9711
Policlorur de vinil (alt pes molecular)	Fluka	10 g/Selectophore
Rapa de raïm	Empordà-Costa Brava	-
Tampons de pH (4,01 i 7,00)	Crison Instruments S.A.	Ref. 9460 i 9461
Tetrahidrofurà	MERCK	1 L/>99,9%

I.2 Estudis estadístics de la determinació dels paràmetres característics del tram lineal dels ISEs de calci sense ió interferent

La finalitat del següent estudi estadístic és esbrinar si existeix algun tipus de relació entre els diferents sensors a partir de sengles respostes durant els diversos experiments. El fonament d'aquesta anàlisi és la hipòtesi de normalitat en el comportament de les respostes dels sensors, que és comprovada en cada cas. El Minitab és el software estadístic en aquest estudi.

Introduint les dades obtingudes de pendents al Minitab, es representen en un paper probabilístic normal dels tres sensors (Fig. I.2). Com que el p-valor obtingut pel Ca-G4 és inferior al 5% (valor típic de α), es rebutja la condició de normalitat amb un 95% de seguretat. Aquesta hipòtesi estableix l'existència d'errors aleatoris (no assignats a causes determinades) [35]. En resum, en el cas de pendents no es pot comparar Ca-G4 amb els altres dos sensors. La Fig. I.3 confirma la condició d'igualtat de variàncies de Ca-G5 i Ca-G6 perquè el p-valor és major de 0,05.

Una altra eina estadística que és aplicable en aquest estudi és el criteri dels quartils. Aquest criteri deixa palès que alguns dels resultats obtinguts són probablement anòmals



segons el caràcter uniforme de les dades. En la Fig. I.1 es mostra gràficament les diverses zones de consideració dels valors obtinguts en les mostres.

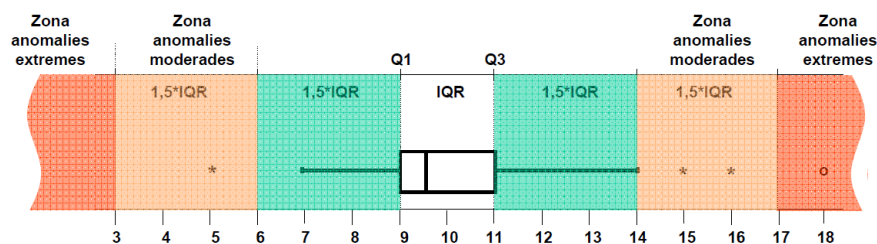


Fig. I.1. Definició de les zones d'un boxplot. [Font: apunts de l'assignatura d'Estadística I, ETSEIB]

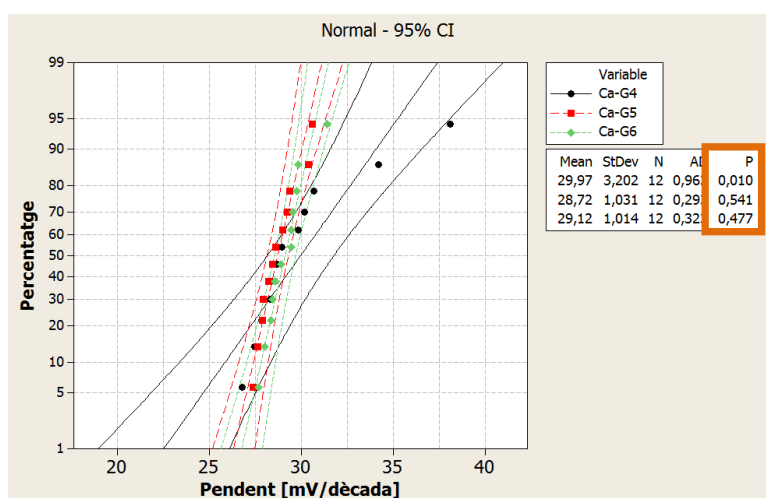


Fig. I.2. Estudi de normalitat de la sensibilitat en un paper probabilístic normal pels sensors convencionals amb suport de grafit. Els p-valors estan enquadrats en taronja.

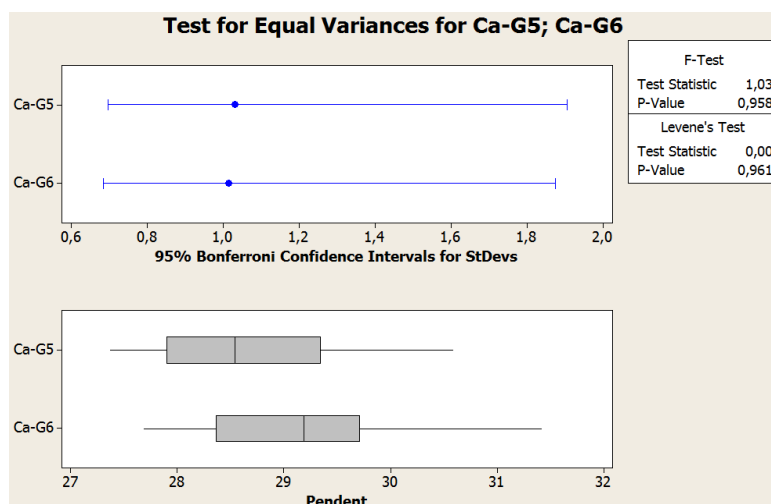


Fig. I.3. Estudi d'igualtat de variàncies dels pendents sensors convencionals amb suport de grafit.



Reproduint el procediment anterior, les dades obtingudes per l'ordenada a l'origen són introduïdes al Minitab. La prova de normalitat (Fig. I.4) demostra que es no negar per a Ca-G4 i Ca-G5 ja que llurs p-valor són majors a 0,05 (α). En canvi, la normalitat és rebutjada en el cas de Ca-G6. Els p-valors de l'estudi d'igualtat de variàncies no permeten contradir aquesta hipòtesi, pel que s'accepta (Fig. I.5) ja que són majors de 0,05.

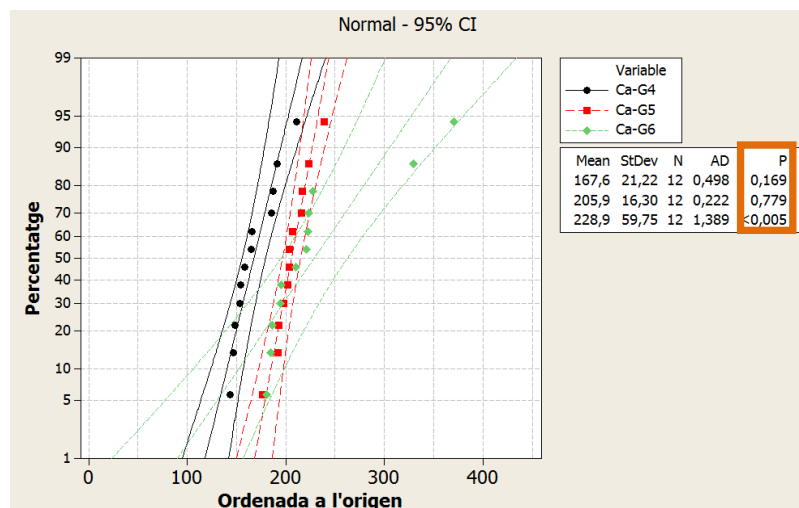


Fig. I.4. Estudi de normalitat de l'ordenada a l'origen en un paper probabilístic normal pels sensors Ca-L2-2 i Ca-T1. Els p-valors estan enquadrats en taronja.

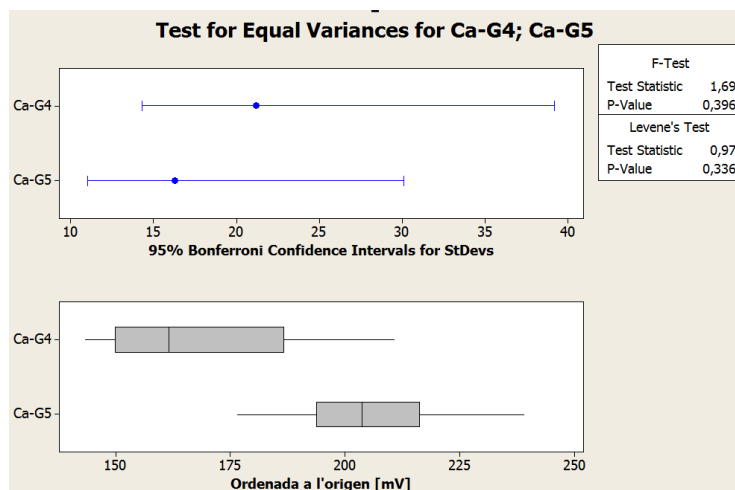


Fig. I.5. Estudi d'igualtat de variàncies de l'ordenada a l'origen dels sensors convencionals amb suport de grafit.

Es comprova la normalitat del pendent de Ca-L2-2 i Ca-T1 a la Fig. I.6. Tal com ho confirma sengles p-valors, tenen una distribució normal. La diferència de variàncies pel cas de la sensibilitat s'analitza a la Fig. I.7. La correspondència no es pot refutar amb un nivell de confiança del 95%, així que les variàncies es consideren iguals.



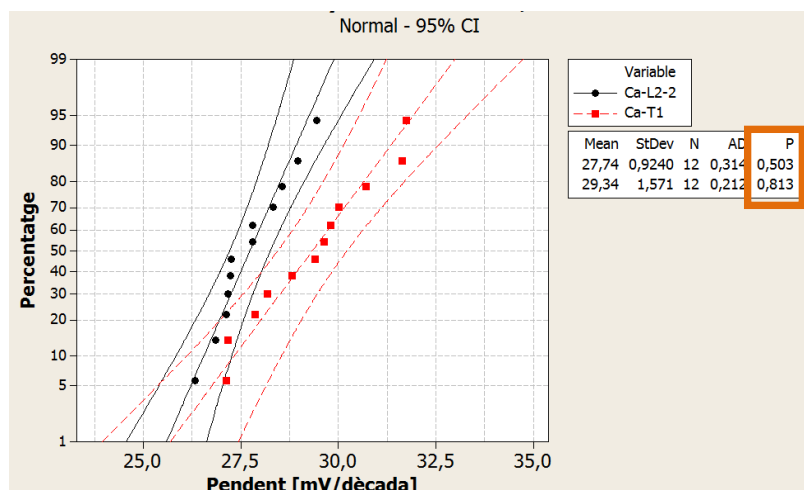


Fig. I.6. Estudi de normalitat del pendent en un paper probabilístic normal pels sensors Ca-L2-2 i Ca-T1. Els p-valors estan enquadats en taronja.

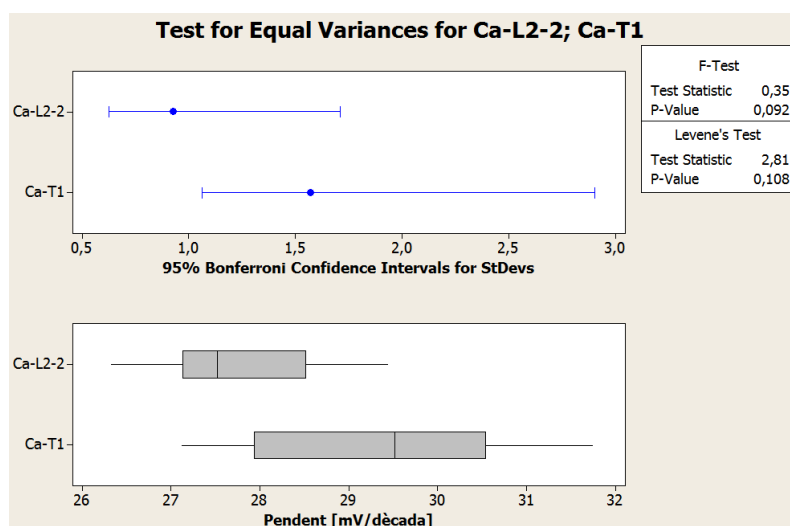


Fig. I.7. Estudi de la igualtat de variàncies entre els sensors Ca-L2-2 i Ca-T1.

I.3 Determinació de la correspondència del LPD amb les corbes de calibratge completes

S'entén com a corba de calibratge completa aquella en la qual es comença a prendre mesures amb patrons per sota del LPD. Aquests patrons estan recollits en la Taula F.2 de l'Annex F.



Les corbes completes estan formades per dos trams tal com s'ha mostrat en la Fig. 5.1 de la memòria: el tram de concentracions menors del LPD on el comportament no és lineal i el tram de major concentració on apareix la recta de calibratge calculada en l'apartat anterior.

En la memòria apareixen els valors de LPD determinats per a cada calibratge. No obstant, una sèrie d'experiments s'han enfocat a representar la corba de calibratge completa. L'estudi de les corbes de calibratge completes realitzat es duu a terme als sensors Ca-L2-2, Ca-G4, Ca-G5 i Ca-G6.

El mètode d'anàlisi consisteix en treballar amb la lectura de potencial del blanc (només ISA) per cada experiment i cada sensor. Així es determina el punt de tall amb l'eix d'ordenades, és a dir, l'ordenada a l'origen experimental a partir la corba de calibratge completa. Una vegada determinat aquest punt, es traça una línia fins a tallar la recta de calibratge corresponent a l'experiment realitzat. La intersecció és el LPD.

Per a la deducció de LPD s'ha d'emprar l'equació de la recta de calibratge i se l'ha igualat al valor de la lectura del blanc (E_{blanc}). Finalment, s'aïlla la concentració i s'obté l'Eq. I.1 on S és el pendent de la recta de calibratge i E_0 és l'ordenada a l'origen. A continuació es mostren algunes de les gràfiques obtingudes juntament amb la recta de calibratge corresponent al tram lineal.

$$LPD = 10^{\frac{E_{\text{blanc}} - E_0}{S}} \quad (\text{Eq I.1})$$

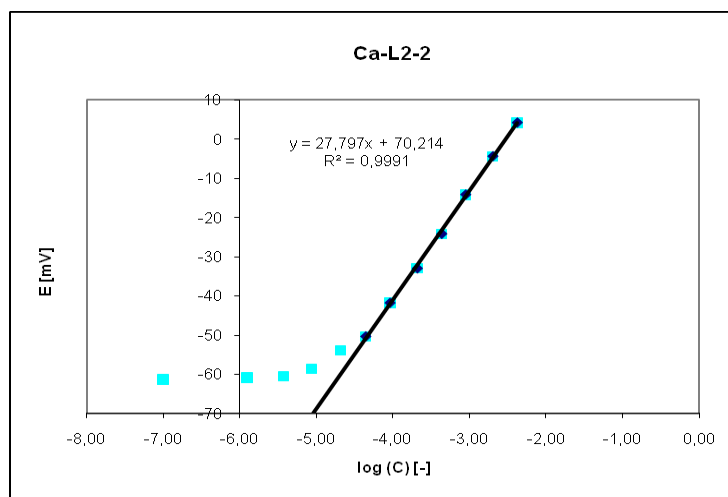


Fig. I.8. Corba completa de calibratge del sensor Ca-L2-2 del dia 3 d'abril del 2009. $LPD = 1,86 \cdot 10^{-5}$ M.



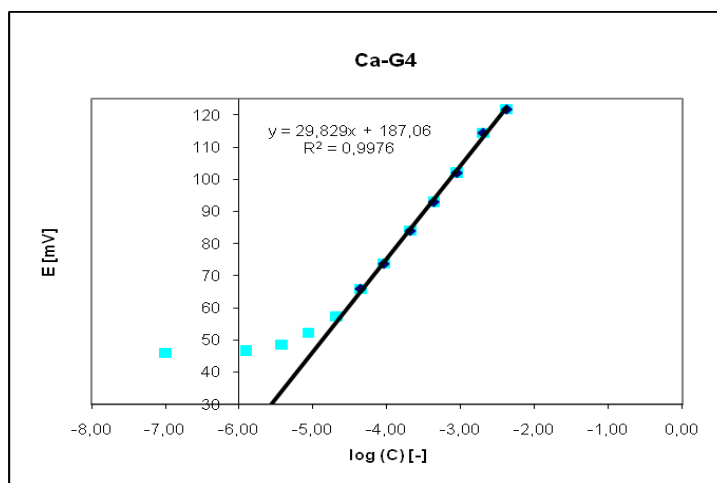


Fig. I.9. Corba completa de calibratge del sensor Ca-G4 del dia 4 de maig del 2009. $LPD=9,69 \cdot 10^{-6}$ M.

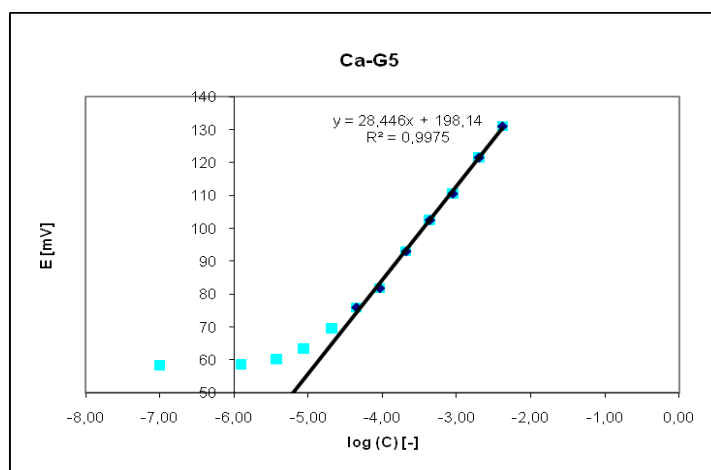


Fig. I.10. Corba completa de calibratge del sensor Ca-G5 del dia 8 d'abril del 2009. $LPD=1,22 \cdot 10^{-5}$ M.

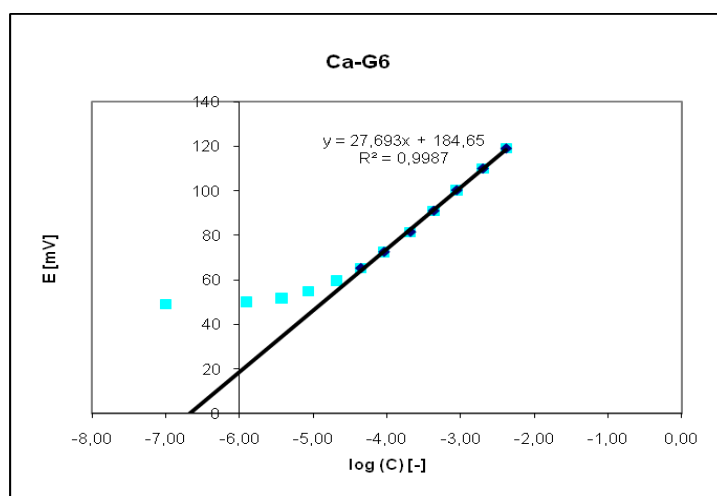


Fig. I.11. Corba completa de calibratge del sensor Ca-G6 del dia 7 d'abril del 2009. $LPD=1,27 \cdot 10^{-5}$ M.



Estudiant estadísticament el LPD, per als diferents ISEs s'avalua la hipòtesi de normalitat amb un valor del p-valor igual o superior a 0,05 (grau de confiança). La Fig. I.12 demostra que l'únic que respon una distribució normal és Ca-T1.

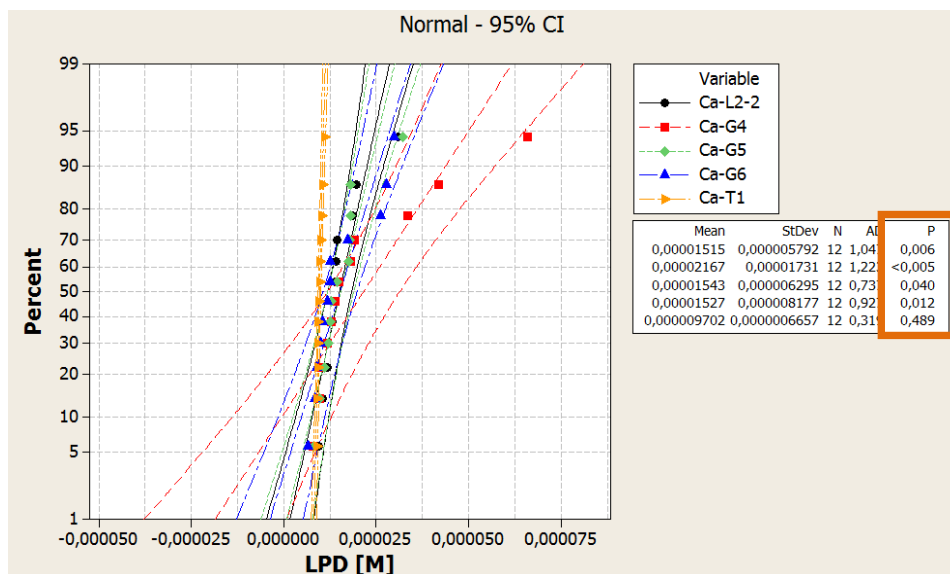


Fig. I.12. Estudi de normalitat del pendent en un paper probabilístic normal per tots els sensors. Els p-vals estan enquadrats en taronja.

I.4 Monitorització de l'evolució del pH i la conductivitat en els calibratges de calci i coure

El coneixement de la resposta dels ISE als calibratges pot ser complementada amb la informació procedent del comportament de les lectures de pH i conductivitat. Així doncs, durant els calibratges dels sensors Ca-T1 i Cu-T2 es realitza una recollida de dades contínua d'aquestes dues variables mitjançant el programa Star Plus Navigator 21. Les mesures es prenen cada 80 segons.

Des del calibratge dia 23 de setembre, es registren el pH i la conductivitat. Els experiments evidencien la diferència de les corbes obtingudes pel calci i pel coure tant per la forma com pel rang de valors. Com ja s'ha mencionat, els calibratges es duen a terme amb patrons de 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} i 10^{-2} M de Ca^{2+} i Cu^{2+} .

Aquest apartat no conté valors numèrics provinents dels calibratges respectius ja que es considera que d'aquesta informació no és primordial per a la comprensió del procés de



biosorció, realitzant així la discussió dels resultats a partir de figures que il·lustren els mateixos.

I.4.1. Calibratges de calci

El desenvolupament dels calibratges al llarg del temps mostren dos tipus diferents de corbes per les dues variables que es presenten a les Fig I.13 i I.14. El comportament previsible és que a major concentració del patró, la conductivitat augmenti ja que la quantitat d'ions és més pronunciada.

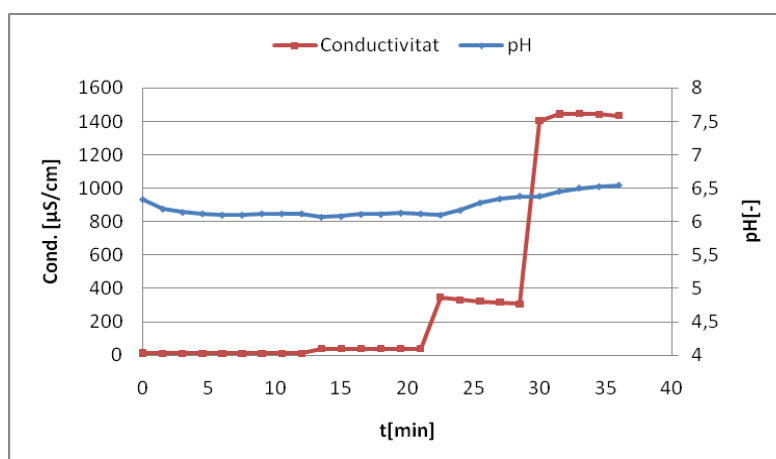


Fig. I.13. Corbes de pH i conductivitat en el calibratge de calci tipus 1 el dia 28 de setembre del 2009.

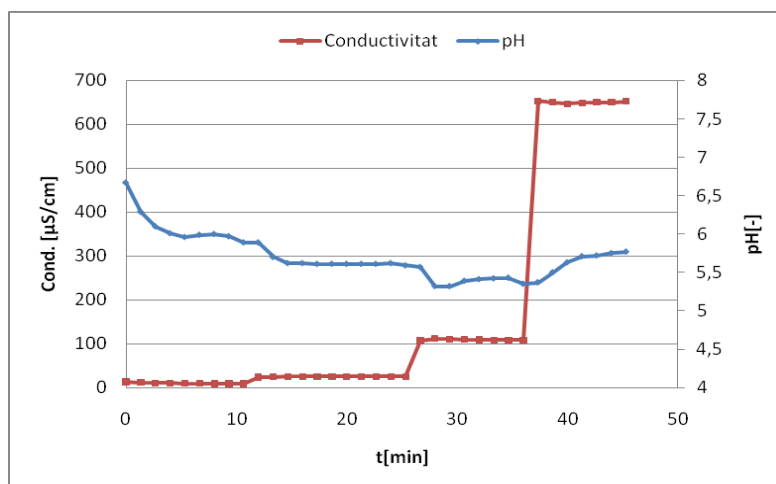


Fig. I.14. Corbes de pH i conductivitat en el calibratge de calci tipus 2 el dia 30 de novembre del 2009.

Les principals diferències que s'observen són el comportament de la mesura de pH i el valor de conductivitat en funció de la concentració de calci. El més interessant és el fet que ambdues semblen estar relacionades.



Tanmateix, el rang de valors de les mesures de conductivitat recollides no és fix en cap dels dos tipus de resultats. Per a les corbes del tipus 1, la conductivitat evoluciona de manera esglaonada. En canvi, aquesta magnitud en les corbes del tipus 2 segueix també una tendència esglaonada, però els esglaons de les quals es localitzen a la meitat del valor de les homòlogues del tipus 1. Per exemple, a la concentració de 10^{-2} M la conductivitat fluctua entre 1000 i 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ depenent del tipus de corba tot i que a menor concentració la variació es redueix de manera considerable.

Al pH li succeeix un fenomen semblant. En el cas de les corbes de tipus 1 no hi ha gaire variació en el pH: sempre està al voltant de 6. En canvi, les corbes de tipus 2 presenten un descens de la mesura relativament escalonat en un rang generalment comprès entre 5,5 i 6,5.

Amb els experiments realitzats no és possible establir una relació causa-conseqüència clara ja que alguns calibratges s'oposen a aquesta teoria (un exemple a la Fig. I.15). Com que aquest fenomen té lloc durant tot el període de calibratges des del 23 de setembre de manera aparentment aleatòria, no s'assigna a cap factor en concret. Així doncs, es parla d'una tendència de la sonda de pH i conductivitat per actuar d'aquesta manera.

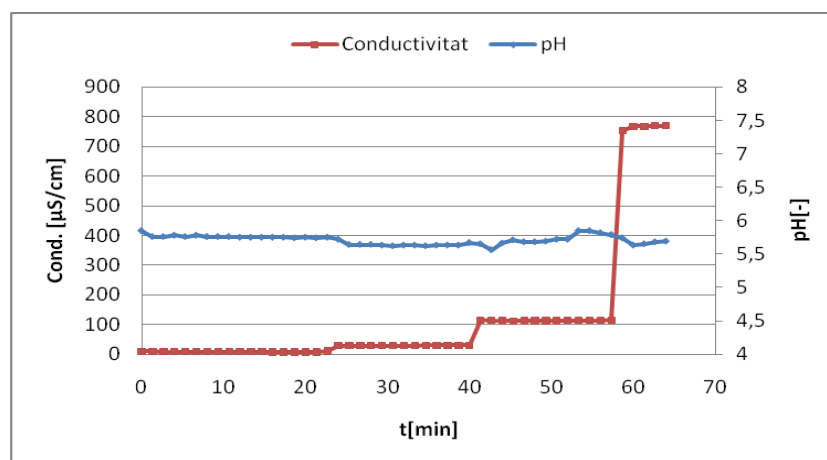


Fig. I.15. Corbes de pH i conductivitat en el calibratge de calci que es distancien de la classificació establerta de comportaments. Calibratge del dia 17 de desembre del 2009.

I.4.2. Calibratges de coure

A diferència dels calibratges amb calci, el coure presenta major homogeneïtat en la resposta a les sondes de pH i conductivitat. Els experiments confirmen que en la major part de casos la conductivitat és semblant a una mateixa concentració. Aquesta tendència es modifica per a 10^{-2} M, que sovint és superior a la seva homòloga de calci normalment



superior a $1800 \mu\text{S}/\text{cm}$ (exemple a la Fig. I.16). Com succeïa en el cas anterior, a menors concentracions la variació de valors es redueix.

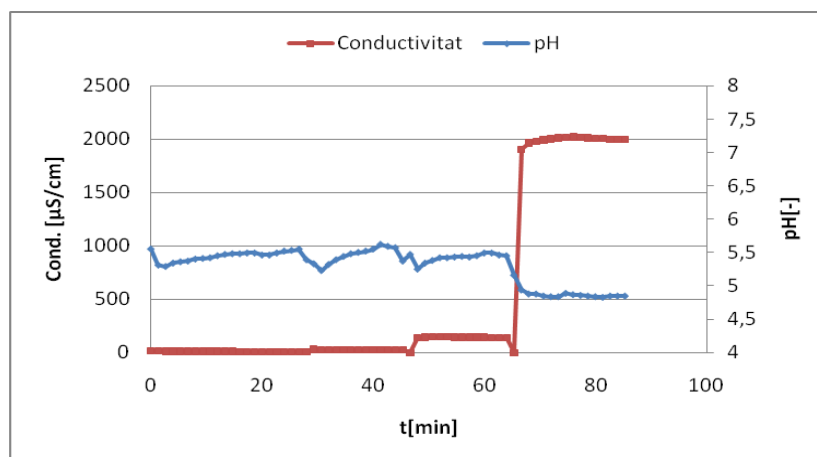


Fig. I.16. Corbes de pH i conductivitat en el calibratge de coure del dia 10 de desembre del 2009.

L'evolució del pH es caracteritza per una disminució lenta i oscil·lant. Quan es detecta un canvi de concentració, el pH disminueix sensiblement encara que en poc temps torna a augmentar fins arribar a un nivell lleugerament inferior al valor estable de la concentració precedent.

Així doncs, es conclou que a elevades concentracions d'ambdós ions, la dissolució del nitrat de coure és aproximadament tan àcida com la de calci. La conductivitat a concentracions menors a 10^{-2} M és aproximadament la mateixa pel que només es considera destacada la diferència d'ió a la concentració mencionada.

I.5 Calibratges del sensor Cu-T2 per a la determinació del coeficient de selectivitat $K_{Ca,Cu}^{pot}$

L'estudi de la selectivitat del sensor de calci és complementat amb el sensor de coure Cu-T2. Així s'aconsegueix caracteritzar l'ió Cu^{2+} i Ca^{2+} en processos de bescanvi iònic complexos. En l'experimentació es realitzen calibratges de calci i coure quan s'avalua la selectivitat de l'ISE Ca-T1 que són registrats també pel sensor de coure. Els resultats obtinguts per a Cu-T2 es mostren a les taules I.3 i I.4.

Dels valors de sensibilitat i ordenada a l'origen obtinguts pel sensor Cu-T2 es realitza un boxplot per a cadascun (Fig. I.16 i I.17, respectivament). Els punts marcats amb (*) signifiquen que es troben fora del rang de 1,5 vegades dels valors compresos entre el quartil 1 (Q1) i el quartil 3 (Q3), tal com es mostra en la Fig. I.1.



Taula I.3. Resultats dels calibratges de calci pel sensor Cu-T2.

Data	Pendent [mV/dècada]	Ord. Origen [mV]	R ²	LPD [M]
18/09/2009	-2,2	96,4	0,97509	9,51E-06
21/09/2009	-2,0	96,9	0,90945	2,43E-05
22/09/2009	-1,9	105,4	0,75485	1,09E-05
23/09/2009	-0,4	107,9	0,20540	2,16E-05
25/09/2009	-5,3	117,5	0,84061	3,05E-06
28/09/2009	0,9	113,1	0,28197	1,86E-06
29/09/2009	0,8	92,6	0,23236	3,28E-07
30/09/2009	1,0	97,6	0,20290	3,89E-08
02/10/2009	1,8	101,3	0,81005	2,57E-06
05/10/2009	2,0	108,7	0,34905	3,25E-07
06/10/2009	1,0	94,0	0,11808	1,93E-07
08/10/2009	0,7	143,5	0,24833	1,19E-07
13/10/2009	1,2	106,2	0,06924	1,31E-07
14/10/2009	0,6	111,9	0,06459	6,82E-06
22/10/2009	-1,9	99,8	0,15997	5,62E-08
19/11/2009	13,0	161,5	0,32609	3,10E-05
26/11/2009	16,4	200,6	0,32152	2,49E-05
30/11/2009	16,1	208,3	0,50483	3,98E-06
07/12/2009	6,0	150,8	0,83304	3,24E-06
10/12/2009	4,1	130,9	0,88813	3,68E-06
15/12/2009	0,6	100,0	0,03318	2,61E-11
17/12/2009	7,9	136,8	0,80159	2,70E-06
21/12/2009	-5,0	90,8	0,68334	1,66E-06
PROMIG	2,4	120,5	0,46146	6,65E-06
VARIÀNCIA	34,6	1079,1	0,10543	8,85E-11

Els primers resultats confirmen la mala resposta del sensor de calci al Cu²⁺ (Taula I.3). Els valors del pendent i ordenada a l'origen són força fluctuants i amb una tendència pràcticament constant, fenomen que explica el mal comportament de la regressió lineal (R²).

El sensor de coure sembla respondre molt satisfactòriament al coure partint de la referència de l'equació de Nerst (Eq. 5.3). Com que la càrrega del coure és la mateixa que la del calci (z=2), el pendent teòric de la recta de calibratge és 29,6 mV/dècada. Aquest valor és superat en la major part de casos i amb una bona correlació lineal. Malgrat tot,



existeixen valors de pendents i ordenades a l'origen que s'allunyen de la tendència general segons el criteri dels quartils.

Taula I.4. Resultats dels calibratges de coure pel sensor Cu-T2. (*) valors anòmals segons el criteri dels quartils.

Data	Pendent [mV/dècada]	Ord. Origen [mV]	R ²	LPD [M]
21/09/2009	30,2	300,3	0,99752	8,72E-06
29/09/2009	30,7	297,8	0,99950	9,53E-06
05/10/2009	31,9	318,3	0,99962	1,04E-05
06/10/2009	31,1	307,5	0,99937	1,03E-05
08/10/2009	28,8	312,5	0,99674	9,65E-06
13/10/2009	31,0	302,0	0,99571	9,40E-06
14/10/2009	30,5	303,0	0,99622	8,69E-06
22/10/2009	32,4	326,4	0,99967	9,53E-06
10/11/2009	30,6	306,6	0,99931	9,94E-06
19/11/2009	29,0	299,9	0,99760	8,85E-06
30/11/2009	32,6	341,6	0,99647	1,82E-07
07/12/2009	32,7	339,6	0,99922	1,67E-07
10/12/2009	32,5	325,4	0,99509	2,11E-07
15/12/2009	48,0	369,3	0,99101	1,84E-06
17/12/2009	39,2	353,6	0,99991	2,20E-07
21/12/2009	37,1	338,5	0,99878	1,26E-06
PROMIG	33,0	321,4	0,99761	6,18E-06
VARIÀNCIA	23,3	473,2	5,64E-06	2,00E-11

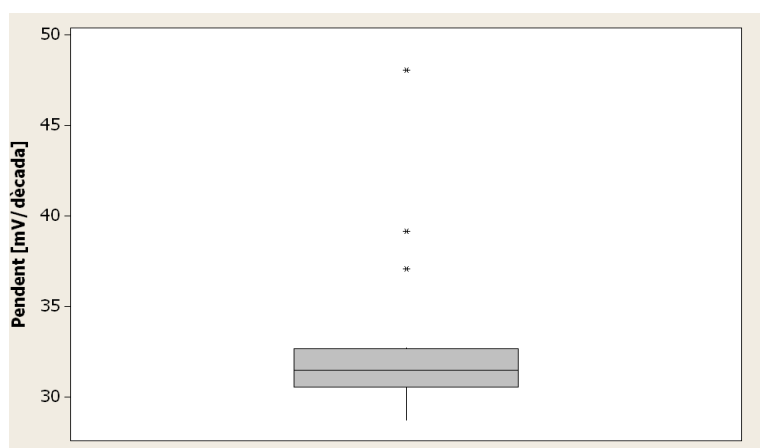


Fig. I.17. Boxplot del valor dels pendents.



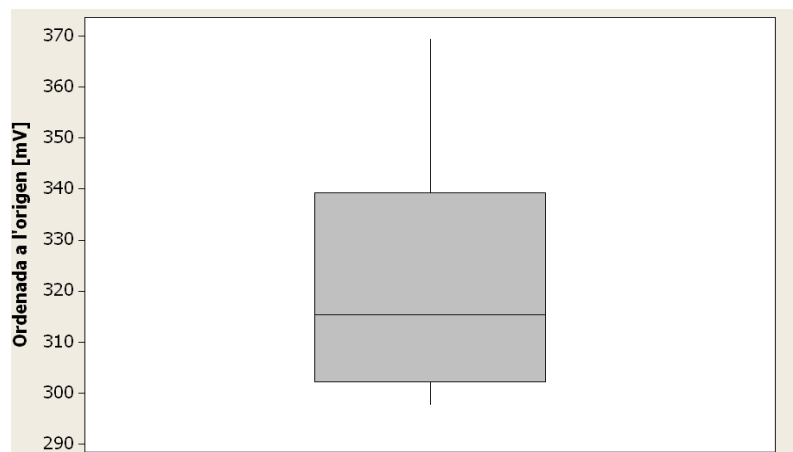


Fig. I.18. Boxplot del valor de les ordenades a l'origen

I.6 Monitorització del procés de bescanvi iònic en un procés de biosorció de coure a partir d'una dissolució de 35 ppm

I.6.1. Experiment 1: biosorció amb rapa nova (cicle 1)

Les mesures potenciomètriques de recollides en l'experiment es presenten a la Taula I.5. Aquestes dades corresponen a la mitjana calculada per cada període d'adquisició, que són 61 ó 62 valors. A més, s'inclouen les conversions de potencial a concentració en dues unitats: parts per milió i molaritat. Per dur-ho a terme, es pren l'equació de la recta de calibratge corresponent (Taula 7.14 de la memòria) i les conversions explicitades a l'apartat C.3.

Taula I.5. Resultats del primer cicle de biosorció (30 de novembre de 2009).

t [h]	E(Cu-T2) [mV]	E(Ca-T1) [mV]	pH	Cond [μS/cm]	C(Cu) [mM]	C(Ca) [mM]	C(Cu) [ppm]	C(Ca) [ppm]
0,02	111,6	121,1	5,27	15,11	0,0001	0,0002	0,00	0,01
0,12	158,5	174,2	5,48	12,13	0,0018	0,0102	0,11	0,41
0,22	170,7	216,1	5,44	12,26	0,0043	0,2594	0,28	10,40
0,32	168,1	220,3	5,43	12,72	0,0036	0,3604	0,23	14,45
0,42	163,1	220,7	5,41	15,54	0,0025	0,3704	0,16	14,84
0,52	162,6	223,7	5,37	22,46	0,0024	0,4684	0,15	18,77
0,62	160,2	223,2	5,31	30,2	0,0020	0,4510	0,13	18,08
0,72	159,8	224,4	5,25	36,8	0,0020	0,4933	0,13	19,77
0,82	159,6	225,0	5,19	41,2	0,0019	0,5178	0,12	20,75
0,92	160,7	226,0	5,12	45,2	0,0021	0,5584	0,13	22,38
1,02	159,8	225,4	5,06	47,2	0,0020	0,5341	0,13	21,41
1,12	160,3	225,5	5,01	92,8	0,0021	0,5374	0,13	21,54



1,15	160,8	225,7	4,98	95,6	0,0021	0,5469	0,14	21,92
1,40	162,8	225,5	4,98	97,9	0,0025	0,5387	0,16	21,59
1,65	166,5	227,5	4,96	99,4	0,0032	0,6254	0,20	25,07
1,90	168,8	227,4	4,96	100,5	0,0038	0,6202	0,24	24,86
2,15	171,9	227,9	4,94	101,4	0,0047	0,6474	0,30	25,95
2,40	176,0	228,8	4,94	102	0,0063	0,6942	0,40	27,82
2,65	177,5	227,8	4,94	103,1	0,0070	0,6400	0,45	25,65
2,90	180,5	228,5	4,94	103,1	0,0088	0,6773	0,56	27,14
3,15	180,6	226,0	4,94	103,2	0,0088	0,5570	0,56	22,32
3,40	186,5	229,4	4,94	103,2	0,0134	0,7278	0,85	29,17
3,65	189,7	230,1	4,92	103,2	0,0169	0,7687	1,07	30,81
3,90	191,8	230,1	4,92	103,3	0,0197	0,7642	1,25	30,63
4,15	193,4	229,8	4,92	104	0,0221	0,7513	1,40	30,11
4,40	196,9	230,7	4,92	104,1	0,0283	0,8024	1,80	32,16
4,65	197,8	229,2	4,92	104,2	0,0302	0,7153	1,92	28,67
4,90	203,2	232,1	4,92	104,3	0,0447	0,8957	2,84	35,90
5,15	201,9	229,3	4,92	104,4	0,0405	0,7233	2,57	28,99
5,40	204,2	229,9	4,92	104,5	0,0478	0,7567	3,04	30,33
5,65	205,5	229,6	4,92	104,6	0,0526	0,7398	3,34	29,65
5,90	206,1	229,0	4,92	104,7	0,0548	0,7044	3,48	28,23
6,15	209,1	229,9	4,92	104,8	0,0678	0,7525	4,31	30,16
6,40	210,1	229,3	4,92	104,9	0,0733	0,7229	4,66	28,97
6,65	214,5	232,2	4,92	104,9	0,1001	0,9035	6,36	36,21
6,90	210,5	227,0	4,91	104,7	0,0751	0,6043	4,77	24,22
7,15	213,5	228,2	4,9	104,9	0,0931	0,6636	5,92	26,60
7,40	216,5	230,0	4,9	105	0,1157	0,7626	7,35	30,56
7,65	216,4	228,1	4,89	105,1	0,1146	0,6557	7,28	26,28
7,90	217,5	227,3	4,89	105,2	0,1241	0,6190	7,89	24,81
8,15	219,0	227,9	4,9	105,4	0,1387	0,6468	8,81	25,92
8,41	219,5	226,4	4,9	105,4	0,1434	0,5760	9,12	23,09
8,66	218,0	224,0	4,89	105,3	0,1283	0,4790	8,15	19,20
8,91	220,7	225,3	4,88	105,4	0,1557	0,5286	9,90	21,19
9,16	222,2	225,5	4,89	105,5	0,1742	0,5367	11,07	21,51
9,41	221,7	223,9	4,88	105,6	0,1679	0,4757	10,67	19,06
9,66	220,9	221,9	4,88	105,5	0,1589	0,4057	10,10	16,26
9,91	223,0	222,9	4,88	105,9	0,1847	0,4402	11,74	17,64
10,16	223,3	221,3	4,87	105,8	0,1886	0,3898	11,99	15,63
10,41	223,9	221,4	4,87	105,7	0,1966	0,3913	12,49	15,68
10,66	224,6	221,0	4,87	105,8	0,2071	0,3806	13,16	15,25
10,91	222,9	218,7	4,87	105,7	0,1824	0,3176	11,59	12,73
11,16	225,3	219,8	4,86	104,3	0,2173	0,3472	13,81	13,92
11,41	224,9	218,6	4,86	104,3	0,2119	0,3147	13,47	12,61



11,66	226,0	218,8	4,86	104,4	0,2293	0,3201	14,57	12,83
11,91	227,7	219,5	4,86	104,5	0,2578	0,3382	16,38	13,56
12,16	226,2	216,9	4,86	104,4	0,2322	0,2768	14,76	11,09
12,41	223,9	213,6	4,86	104,6	0,1963	0,2150	12,48	8,62
12,66	226,1	215,2	4,86	104,6	0,2306	0,2430	14,65	9,74
12,91	224,8	213,0	4,86	104,2	0,2097	0,2055	13,33	8,24
13,16	228,4	216,8	4,86	104,5	0,2722	0,2737	17,30	10,97
13,41	230,1	216,4	4,86	104,4	0,3057	0,2664	19,43	10,68
13,66	228,4	214,0	4,86	104,4	0,2716	0,2214	17,26	8,87
13,91	228,1	213,5	4,87	104,4	0,2656	0,2132	16,88	8,54
14,16	228,4	213,1	4,88	104,5	0,2706	0,2070	17,19	8,30
14,41	230,0	213,7	4,89	104,5	0,3040	0,2162	19,32	8,67
14,66	227,8	210,9	4,88	104,5	0,2601	0,1743	16,53	6,99
14,91	228,7	211,4	4,87	105,2	0,2769	0,1810	17,60	7,25
15,16	227,9	210,1	4,85	106,6	0,2626	0,1635	16,69	6,55
15,41	227,9	209,7	4,84	106,3	0,2619	0,1585	16,65	6,35
15,66	228,8	210,2	4,83	106,1	0,2800	0,1649	17,79	6,61
15,91	228,6	209,0	4,83	105,5	0,2758	0,1505	17,53	6,03
16,16	227,7	207,5	4,82	104,5	0,2585	0,1336	16,43	5,35
16,41	228,4	207,0	4,82	104,4	0,2715	0,1290	17,25	5,17
16,66	229,1	206,9	4,82	103,3	0,2846	0,1282	18,09	5,14
16,91	229,1	206,2	4,8	103	0,2856	0,1210	18,15	4,85
17,16	231,5	207,9	4,79	102,3	0,3401	0,1382	21,61	5,54
17,42	230,3	205,2	4,78	101,5	0,3112	0,1125	19,77	4,51
17,67	229,5	204,9	4,75	72,1	0,2928	0,1098	18,61	4,40
17,92	232,6	206,9	4,73	88,1	0,3672	0,1283	23,34	5,14
18,17	230,6	204,3	4,69	87,7	0,3169	0,1050	20,14	4,21
18,42	228,6	200,9	4,69	86,1	0,2761	0,0803	17,54	3,22
18,67	228,8	201,1	4,67	103,3	0,2788	0,0819	17,72	3,28
18,92	229,8	201,9	4,65	101,7	0,2999	0,0871	19,06	3,49
19,17	228,9	200,4	4,61	103,3	0,2815	0,0774	17,89	3,10
19,42	228,7	200,1	4,58	103,4	0,2770	0,0755	17,60	3,03
19,67	232,0	201,9	4,57	104,3	0,3509	0,0872	22,30	3,49
19,92	228,2	197,2	4,54	104,4	0,2674	0,0606	16,99	2,43
20,17	229,2	197,5	4,51	104,5	0,2878	0,0619	18,29	2,48
20,42	229,3	197,3	4,48	105,7	0,2886	0,0608	18,34	2,44
20,67	228,4	197,3	4,46	106,2	0,2707	0,0609	17,20	2,44
20,92	231,8	198,9	4,42	107,2	0,3474	0,0691	22,08	2,77
21,17	229,5	196,5	4,4	108,1	0,2935	0,0572	18,66	2,29
21,42	229,6	196,5	4,38	109,1	0,2963	0,0573	18,83	2,30
21,67	230,8	197,7	4,35	109,9	0,3236	0,0631	20,56	2,53
21,92	225,5	192,5	4,32	110,8	0,2210	0,0422	14,04	1,69



22,17	229,4	196,0	4,31	111,7	0,2909	0,0551	18,48	2,21
22,42	227,9	193,9	4,28	112,5	0,2620	0,0468	16,65	1,88
22,67	230,0	196,1	4,27	113,2	0,3038	0,0554	19,31	2,22
22,92	230,7	196,1	4,25	113,8	0,3205	0,0554	20,37	2,22
23,17	230,2	196,1	4,23	114,5	0,3085	0,0557	19,60	2,23
23,42	225,7	191,8	4,21	114,8	0,2236	0,0398	14,21	1,60
23,67	231,6	197,5	4,21	115,4	0,3423	0,0621	21,75	2,49
23,92	227,9	193,6	4,19	115,7	0,2616	0,0458	16,63	1,83
24,17	230,5	196,5	4,19	115,9	0,3150	0,0573	20,02	2,30
24,42	228,5	193,7	4,19	116	0,2734	0,0462	17,37	1,85
24,67	228,2	193,5	4,17	116	0,2677	0,0454	17,01	1,82
24,92	232,5	197,3	4,17	115,8	0,3650	0,0610	23,20	2,44
25,17	229,1	194,0	4,17	115,6	0,2846	0,0471	18,09	1,89
25,42	228,6	193,5	4,17	115,3	0,2760	0,0455	17,54	1,82
25,67	232,9	198,0	4,17	115,1	0,3743	0,0644	23,79	2,58
25,92	228,8	194,0	4,17	114,6	0,2784	0,0473	17,69	1,90
26,17	229,4	194,4	4,17	114	0,2923	0,0489	18,58	1,96

Tal com s'evidencia a la taula anterior, a partir de l'hora 26 de funcionament, les lectures associades al LabVIEW no s'emmagatzemen degut a un problema informàtic succeït per causes desconegudes.

A la Fig. I.19 es mostren totes les mesures potenciomètriques emmagatzemades pel LabVIEW segons les especificacions donades. La característica més destacada és el soroll dels sensors que pot arribar a ser de ± 10 mV respecte el valor mig. En recollir durant un minut seguit, l'efecte del soroll es mitiga ja que es calcula la mitjana dels valors.

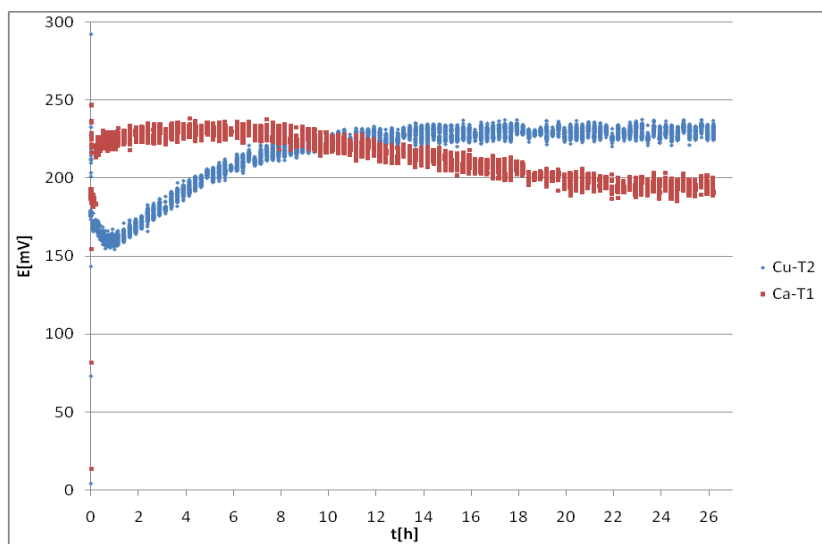


Fig. I.19. Lectures potenciomètriques registrades pel LabVIEW .



Una altra evidència de la figura anterior és el decreixement inicial de la resposta del Cu-T2. És possible que es degui a un període curt de neteja dels sensors respecte els calibratges (10 min).

Per tal de comprendre els resultats obtinguts de pH i concentracions de calci i coure, es duen a terme dos diagrames (Fig. I.20 i I.21) amb els programes HYDRA i MEDUSA. En el primer, es tria el sistema H^+/OH^- , l'ió calci i el coure(II) juntament amb els complexos respectius. En el segon es defineixen altres paràmetres com són la força iònica (calculada a l'apartat C.4), el rang de pHs a representar (entre 4 a 8) i les concentracions dels cations aprofitant els valors corresponents al final de l'experiment: 0,3 mM pel coure i 0,01 mM pel calci

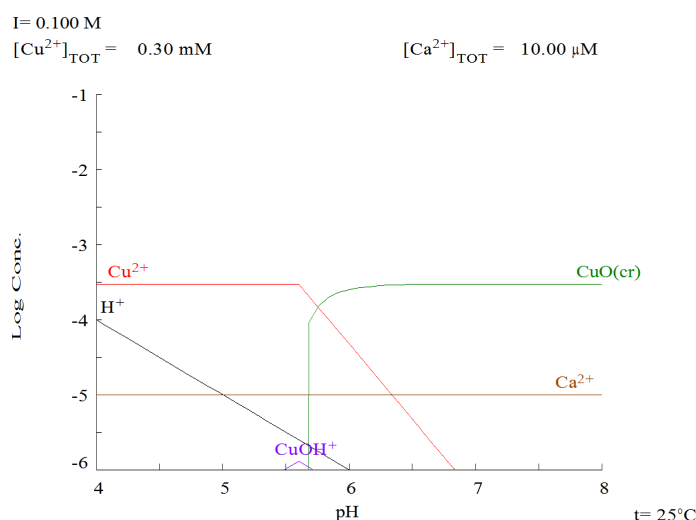


Fig. I.20. Diagrama logarítmic concentració - pH .

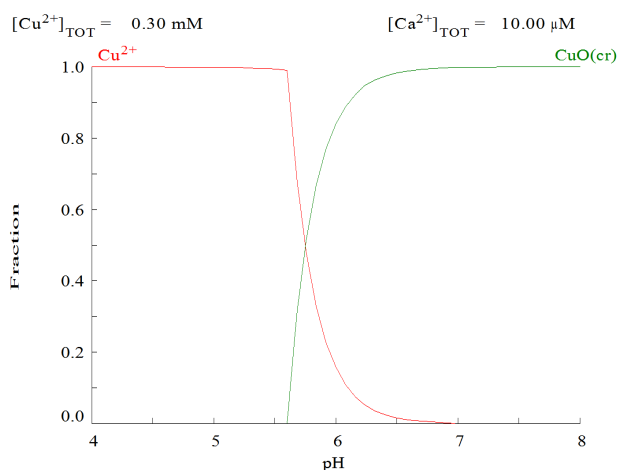


Fig. I.21. Diagrama de fraccions del coure .



Estudiant els diagrames oferts pel MEDUSA, és fortament improbable la formació de qualsevol complex. L'únic risc que existeix és la formació de l'òxid de coure(II) però que al pH de treball no hi ha possibilitat que es generi. Així doncs, teòricament no es formen compostos químics nous que alterin el comportament observat fins al moment.

I.6.2. Experiment 2: elució i cicle 2 de biosorció

Es realitzen els calibratges dels ISE el dia 7 de desembre de 2009. La Taula I.7 presenta les lectures dels sensors i sondes alhora que les concentracions calculades. En aquesta ocasió el programa Star Plus Navigator 21 ha fallat i ha deixat de prendre dades abans de complir-se 24 h. La causa ha estat un problema de connectivitat de l'Orion 5-Star amb l'ordinador.

Taula I.7. Resultats del segon cicle de biosorció (7 de desembre de 2009).

t [h]	E(Cu-T2) [mV]	E(Ca-T1) [mV]	pH	Cond [μS/cm]	C(Cu) [mM]	C(Ca) [mM]	C(Cu) [ppm]	C(Ca) [ppm]
0,04	199,7	193,0	4,57	25,76	0,0531	0,0411	3,37	1,65
0,14	182,0	185,5	4,32	116,2	0,0152	0,0254	0,97	1,02
0,24	192,2	203,4	3,99	217,9	0,0312	0,0803	1,98	3,22
0,34	189,6	206,5	3,72	315	0,0261	0,0982	1,66	3,93
0,44	189,1	211,3	3,61	438	0,0251	0,1339	1,59	5,36
0,54	187,9	213,6	3,47	555	0,0231	0,1542	1,47	6,18
0,74	186,2	216,1	3,44	640	0,0204	0,1820	1,30	7,30
0,84	183,9	215,0	3,3	696	0,0174	0,1689	1,11	6,77
0,94	183,7	215,9	3,3	730	0,0172	0,1795	1,09	7,20
1,04	181,5	214,5	3,34	752	0,0147	0,1643	0,94	6,58
1,14	180,9	214,6	3,32	764	0,0141	0,1645	0,90	6,59
1,39	179,5	213,9	3,28	775	0,0127	0,1580	0,81	6,33
1,64	179,8	213,7	3,33	784	0,0130	0,1561	0,83	6,26
1,89	181,9	212,2	3,32	799	0,0152	0,1411	0,96	5,66
2,14	189,8	214,5	3,25	808	0,0263	0,1636	1,67	6,56
2,39	196,0	214,3	3,35	808	0,0407	0,1616	2,59	6,48
2,64	201,9	214,3	3,27	796	0,0618	0,1614	3,93	6,47
2,89	206,6	214,0	3,32	779	0,0858	0,1591	5,45	6,38
3,14	211,4	214,2	3,35	755	0,1208	0,1609	7,68	6,45
3,39	213,5	212,6	3,37	727	0,1402	0,1454	8,91	5,83
3,64	217,1	212,8	3,35	694	0,1799	0,1465	11,43	5,87
3,89	219,1	211,8	3,45	660	0,2070	0,1382	13,16	5,54
4,14	222,0	212,5	3,45	624	0,2546	0,1444	16,18	5,79
4,39	222,8	211,1	3,49	588	0,2691	0,1314	17,10	5,27
4,64	224,1	210,3	3,52	553	0,2940	0,1248	18,68	5,00
4,89	224,4	209,2	3,54	518	0,3009	0,1164	19,12	4,67
5,14	226,2	208,5	3,58	484	0,3418	0,1115	21,72	4,47



5,39	227,4	208,0	3,62	451	0,3715	0,1076	23,61	4,31
5,64	227,2	207,2	3,6	421	0,3678	0,1025	23,37	4,11
5,89	228,6	206,8	3,66	390	0,4055	0,0997	25,77	4,00
6,14	228,9	206,3	3,7	363	0,4128	0,0965	26,23	3,87
6,39	230,1	206,6	3,77	338	0,4497	0,0986	28,58	3,95
6,64	230,6	205,9	3,76	315	0,4660	0,0942	29,61	3,78
6,89	230,2	205,3	3,77	293,8	0,4533	0,0910	28,81	3,65
7,14	231,1	205,3	3,79	274,5	0,4840	0,0908	30,76	3,64
7,40	231,6	205,2	3,87	256,7	0,5004	0,0904	31,80	3,62
7,65	232,1	204,9	3,87	240,1	0,5166	0,0884	32,83	3,54
7,90	230,3	203,1	3,92	224,5	0,4558	0,0789	28,97	3,16
8,15	231,2	203,6	3,94	210,2	0,4866	0,0816	30,92	3,27
8,40	232,1	204,3	4	197,1	0,5173	0,0851	32,87	3,41
8,65	231,9	204,3	3,99	184,8	0,5112	0,0849	32,49	3,40
8,90	232,6	204,7	4,01	173,7	0,5354	0,0872	34,02	3,49
9,15	232,6	204,4	4,03	163,3	0,5345	0,0858	33,97	3,44
9,40	232,8	204,5	4,02	153,5	0,5443	0,0861	34,59	3,45
9,65	232,5	204,0	4,06	144,4	0,5340	0,0836	33,94	3,35
9,90	234,3	206,0	4,08	136,3	0,6024	0,0951	38,29	3,81
10,15	232,7	204,1	4,1	131,8	0,5398	0,0842	34,30	3,38
10,40	233,2	204,8	4,12	130,4	0,5599	0,0878	35,58	3,52
10,65	232,6	204,3	4,13	129,1	0,5345	0,0852	33,97	3,41
10,90	233,7	205,4	4,15	127,6	0,5808	0,0912	36,91	3,66
11,15	233,0	204,3	4,1	126,4	0,5525	0,0852	35,11	3,41
11,40	233,1	204,5	4,11	125,3	0,5560	0,0859	35,33	3,44
11,65	233,1	204,5	4,19	124,2	0,5566	0,0865	35,37	3,47
11,90	233,3	204,9	4,21	123,2	0,5615	0,0885	35,68	3,55
12,15	233,5	205,2	4,23	122,2	0,5701	0,0900	36,23	3,61
12,40	233,1	204,7	4,17	121,3	0,5560	0,0876	35,33	3,51
12,65	233,8	205,4	4,25	120,4	0,5839	0,0914	37,11	3,66
12,90	233,6	205,0	4,26	119,6	0,5754	0,0888	36,57	3,56
13,15	233,7	205,7	4,26	118,8	0,5809	0,0931	36,92	3,73
13,40	234,0	205,9	4,28	118	0,5920	0,0941	37,62	3,77
13,65	234,1	206,0	4,21	117,2	0,5965	0,0952	37,91	3,81
13,90	234,1	206,4	4,28	116,5	0,5954	0,0975	37,84	3,91
14,15	234,0	206,5	4,3	115,9	0,5922	0,0977	37,63	3,92
14,40	233,6	206,4	4,3	115,1	0,5743	0,0972	36,50	3,90
14,65	234,3	206,9	4,27	114,5	0,6031	0,1006	38,33	4,03
14,90	233,8	206,4	4,31	113,9	0,5851	0,0977	37,18	3,92
15,15	234,0	206,6	4,32	113,4	0,5898	0,0985	37,48	3,95
15,40	233,6	206,6	4,31	112,8	0,5738	0,0987	36,46	3,96
15,65	234,1	207,4	4,33	112,2	0,5975	0,1037	37,97	4,16



15,90	234,7	208,2	4,36	111,7	0,6221	0,1092	39,53	4,38
16,15	234,4	207,8	4,37	111,2	0,6086	0,1067	38,68	4,28
16,41	233,6	207,2	4,34	110,6	0,5764	0,1022	36,63	4,10
16,66	234,0	207,8	4,38	110	0,5930	0,1063	37,69	4,26
16,91	234,7	208,3	4,39	109,6	0,6209	0,1102	39,46	4,42
17,16	233,8	207,4	4,34	109,4	0,5834	0,1038	37,08	4,16
17,41	234,7	208,3	4,35	109,5	0,6221	0,1101	39,53	4,41
17,66	233,3	207,3	4,36	109,4	0,5646	0,1034	35,88	4,14
17,91	233,9	208,2	4,35	109,3	0,5890	0,1092	37,43	4,38
18,16	234,6	208,5	4,41	109,1	0,6186	0,1115	39,31	4,47
18,41	234,2	208,6	4,36	108,9	0,5984	0,1124	38,03	4,50
18,66	234,9	209,0	4,36	108,6	0,6284	0,1154	39,94	4,62
18,91	234,7	208,8	4,36	108,3	0,6204	0,1133	39,42	4,54
19,16	234,6	209,3	4,38	108,1	0,6162	0,1173	39,16	4,70
19,41	235,7	210,7	4,4	107,8	0,6654	0,1284	42,29	5,14
19,66	235,2	210,5	4,42	107,5	0,6459	0,1264	41,04	5,07
19,91	234,4	209,9	4,44	107,3	0,6067	0,1216	38,56	4,88
20,16	234,6	209,9	4,44	106,9	0,6181	0,1223	39,28	4,90
20,41	235,7	210,9	4,37	106,7	0,6649	0,1298	42,25	5,20
20,66	234,7	210,6	4,42	106,5	0,6195	0,1272	39,37	5,10
20,91	233,2	208,8	4,44	106,2	0,5599	0,1135	35,58	4,55
21,16	234,8	210,5	4,44	106	0,6249	0,1264	39,71	5,07
21,41	234,7	210,0	4,48	105,7	0,6195	0,1231	39,37	4,93
21,66	235,0	211,0	4,41	105,5	0,6329	0,1312	40,22	5,26
21,91	235,2	211,2	4,46	105,2	0,6444	0,1329	40,95	5,32
22,16	235,0	211,1	4,44	105	0,6329	0,1321	40,22	5,29
22,41	234,5	210,5	4,46	104,8	0,6139	0,1271	39,01	5,10
22,66	235,7	211,9	4,46	104,6	0,6658	0,1388	42,31	5,56
22,91	233,6	210,0	4,42	104,4	0,5740	0,1231	36,47	4,93
23,16	235,1	212,1	4,42	104,2	0,6388	0,1402	40,60	5,62
23,41	233,5	210,6	4,46	103,9	0,5706	0,1279	36,26	5,12
23,66	234,0	210,8	4,5	103,6	0,5898	0,1289	37,48	5,17
23,91	234,3	211,1	4,5	103,3	0,6050	0,1314	38,45	5,27

La representació de totes lectures de potencial es presenta a la Fig. I.22. El comportament de l'elèctrode de calci mostra una certa deriva. A l'últim període de mesura ha caigut el senyal del Ca-T1 dràsticament i per motius desconeguts. Anàlogament al cas anterior, la resposta inicial del ISE Cu-T2 ha començat disminuint. La suposició de poc temps de neteja (10 min) amb aigua desionitzada és també assumible.



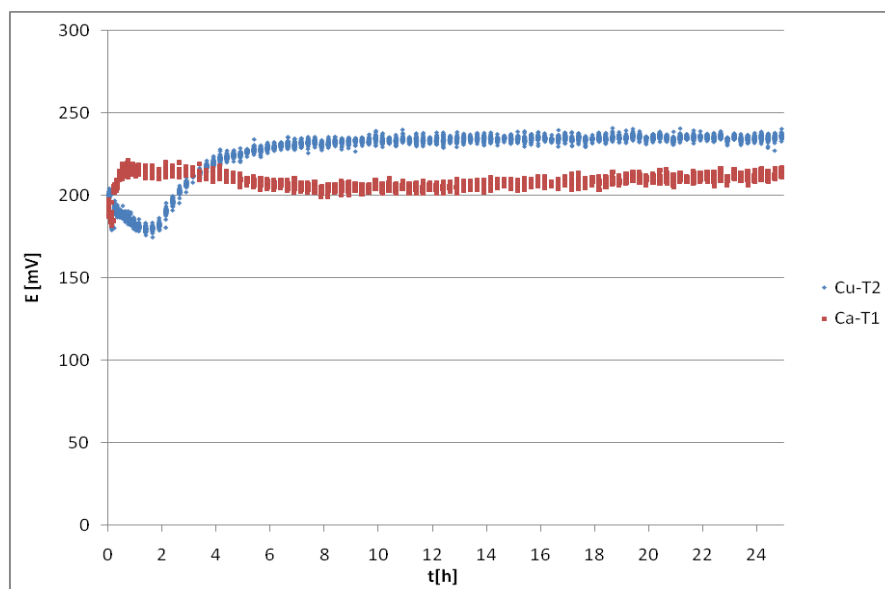


Fig. I.22. Lectures potenciomètriques registrades pel LabVIEW .

I.7 Anàlisi de temps de resposta i temps de vida

Aquests paràmetres de la membrana, i per tant del sensor, no han estat analitzats amb profunditat en aquest projecte. Si més no, algunes són les observacions que es poden discutir.

En primer lloc, durant el període d'utilització de cada sensors no s'ha apreciat alguna tendència de variació significativa en la resposta la major part de sensors. El temps durant el qual s'ha emprat el Ca-L2-2 ha estat concretament de 57 dies (des de el dia 1 d'abril al 27 de maig del 2009), el Ca-G4 de 71 dies (des del 25 de març fins al 3 de juny de 2009), el Ca-G5 de 57 dies (des de el dia 1 d'abril al 27 de maig del 2009) i el Ca-G6 de 86 dies (des del 1 d'abril fins el 25 de juny de 2009). El període de funcionament del Ca-T4 no és significatiu perquè com ja s'ha comentat prèviament, es va deixar d'utilitzar arran del seu mal funcionament.

El sensor Ca-T1 s'ha emprat molt més que la resta i presenta prou peculiaritats com per ser tractat a banda. El seu període de funcionament ha estat de 96 dies, des del 18 de setembre fins el 22 de desembre del 2009. Fins el dia 74 (30 de novembre de 2009), aquest elèctrode havia estat en funcionament de la mateixa manera que tots els altres: només per realitzar els calibratges i després era netejat amb aigua desionitzada. A partir d'aquest moment, s'ha aplicat a la monitorització dels processos de bescanvi iònic de la columna de biosorció. Això implica que ja realitzat experiments de durada superior a 24 h en continu contacte amb ions de coure. L'afectació d'aquest tipus d'experiments en el



temps de vida i el temps de resposta és certament indeterminada encara que és possible observar una disminució de la qualitat de la recta de calibratge a partir d'aquesta data (Taula I.8).

Taula I.8. Valors obtinguts per sensor Ca-T1 en els calibratges (extreta de la Taula 7.5a de la memòria).

Data	Pendent [mV/dècada]	Ord. Origen [mV]	R ²	LPD [M]
30/11/2009	27,9	283,2	0,99996	9,88E-06
07/12/2009	30,0	281,5	0,99957	9,56E-06
10/12/2009	28,2	278,1	0,99940	9,82E-06
15/12/2009	31,6	345,6	0,99915	9,22E-06
17/12/2009	31,7	294,7	0,99905	1,04E-05
21/12/2009	27,1	278,3	0,99889	1,10E-05

A la vista dels resultats, sembla evident que la presència contínua de Cu²⁺ causa alteracions en la membrana de CaBTMBFF a nivell de resposta al pas de Ca²⁺.

L'estudi del temps de resposta dels sensors s'ha dut a terme en el Ca-T1 durant els calibratges. L'anàlisi consistia en comptar el temps que tardava la lectura del sensor des que començava a reaccionar fins a l'arribada a un nivell que fos el 95% del valor final. La Taula I.9 recull els resultats. Els temps destacats (*) han patit una doble estabilització, és a dir, en primera instància s'estabilitzaren i en poc temps tornaren a augmentar. Són, per tant, invàlids.

Taula I.9. Temps de resposta del sensor Ca-T1. (*) valors invàlids.

Data	Primer salt [s]	Segon salt [s]	Tercer salt [s]
15/10/2009	159	146	104
15/10/2009	117	109	101
19/10/2009	87*	109	81
19/10/2009	110*	81	83
20/10/2009	113	47	72
20/10/2009	88	115	110
21/10/2009	118	103	87
21/10/2009	98	70	91
23/10/2009	198	118	103

Considerant la dificultat de dur a terme aquestes mesures per inspecció i afegint-hi el fet que és un paràmetre que depèn d'un valor final a priori desconegut, es descarta l'estudi d'aquest paràmetre ja que no es pot realitzar amb suficients garanties de la validesa del valor comptat.



J. Programes HYDRA i MEDUSA

El creador d'ambdós programes és el Dr. Ignasi Puigdomenech, professor de la universitat KTH d'Estocolm i membre de la SKB (Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co), entre altres càrrecs. Aquests softwares estan dissenyats per ser utilitzats conjuntament.

El programa HYDRA permet triar diferents espècies químiques de la base de dades seleccionant l'àtom relacionat. Quan són seleccionades, a més, s'introdueix al programa totes les reaccions (i constants) que involucrin a un o més de les espècies. També és possible seleccionar electrons en sistemes on existeixin reaccions redox. Perquè es considerin els complexos dels ions, s'ha de triar l'opció. El programa admet també incorporació de dades d'altres compostos químics als inicials. La Fig. J.1 mostra una imatge del programa.

Una vegada guardada la informació del sistema a estudiar, s'enllaça el programa MEDUSA. Aquesta aplicació representa diferents tipus de diagrames amb les dades de l'HYDRA i altres paràmetres com per exemple la força iònica, rangs de les variables d'estudi (pH, concentracions, pe, etc.) o temperatura. La Fig. J.2 il·lustra un exemple del programa.

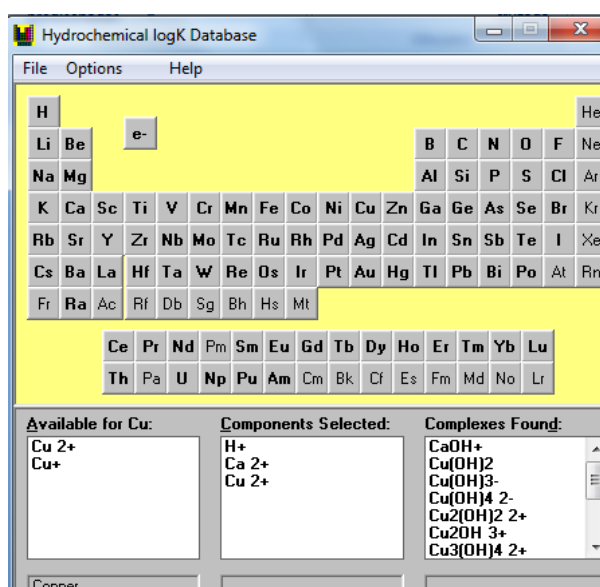


Fig. J.1. Programa HYDRA.



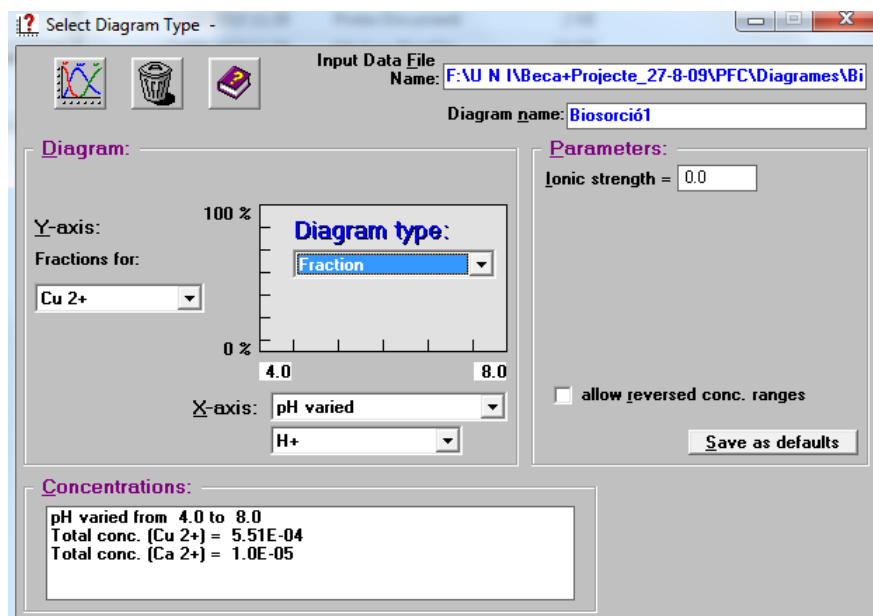


Fig. J.2. Programa MEDUSA .



K. Fitxes de seguretat

Cada producte químic estudiat és caracteritzat per un recull de les principals propietats i perillositats anomenat fitxa de seguretat. En aquest capítol es presenten les fitxes de seguretat de les substàncies emprades en aquest projecte ordenades alfabèticament. La font és el Sigma Aldrich® i que es troba disponible a [40].

K.1 Acetona

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Clasificación de la sustancia o mezcla

De acuerdo al Reglamento (EC) No1272/2008

Líquidos inflamables (Categoría 2)

Irritación ocular (Categoría 2)

Toxicidad específica en determinados órganos (stot) - exposición única (Categoría 3)

De acuerdo con la Directiva Europea 67/548/CEE, y sus enmiendas.

Fácilmente inflamable. Irrita los ojos. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

Elementos de la etiqueta



Pictograma

Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H225: Líquido y vapores muy inflamables.

H319: Provoca irritación ocular grave.

H336: Puede provocar somnolencia o vértigo.

EUH066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

Declaración(es) de prudencia

P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. No fumar.

P261: Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.

P305 + P351 + P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Frase(s) - S

S 9 Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.

S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.

S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

Otros Peligros - ninguno(a)

COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Formula : C_3H_6O

Peso molecular : 58,08 g/mol

No. CAS	No. CE	No. Índice	Clasificación	Concentración
Acetone				
67-64-1	200-862-2	606-001-00-8	Flam. Liq. 2; Eye Irrit. 2; STOT SE 3; H225, H319, H336, EUH066 F, Xi, R11 - R36 - R66 - R67	-

PRIMEROS AUXILIOS

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado



Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados

En caso de fuegos incipientes, usar medios como espuma de "alcohol", polvo seco o dióxido de carbono.

Para incendios, aplicar desde una larga distancia, abundante agua pulverizada o spray. Enfriar todos los contenedores afectados con abundante agua.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

Otros datos

El agua pulverizada puede ser utilizada para enfriar los contenedores cerrados.

MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Precauciones personales

Utilícese equipo de protección individual. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Retirar todas las fuentes de ignición. Evacuar el personal a zonas seguras. Tener cuidado con los vapores que se acumulan formando así concentraciones explosivas. Los vapores pueden acumularse en las zonas inferiores.

Precauciones para la protección del medio ambiente

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

Métodos y materiales para la contención y la limpieza

Contener el derrame y recogerlo con material absorbente que no sea combustible (p. ej. arena, tierra de diatomeas, vermiculita) y depositarlo en un recipiente para su eliminación de acuerdo con la legislación local y nacional (ver sección 13).

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Precauciones para una manipulación sin peligro

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina.

Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Tomar medidas para impedir la acumulación de descargas electrostáticas.

Condiciones para el almacenaje seguro

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

Componentes	No. CAS	Valor	Parámetros de control	Puesto al día	Base
Acetone	67-64-1	VLA-ED	500 ppm 1.210 mg/m ³	2008-01-01	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos - Tabla 1: Límites Ambientales de exposición profesional
Observaciones	Agente químico que tiene Valor Límite Biológico específico en este documento. Agente químico que tiene establecido un valor límite indicativo por la UE.				
		TWA	500 ppm 1.210 mg/m ³	2000-06-16	Directiva 2000/39/CE de la Comisión por la que se establece una primera lista de valores límite de exposición profesional indicativos
	Indicativo				

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados,



usar un respirador que cubra toda la cara con combinación multipropósito (EEUU) o tipo AXBEK (EN 14387) respiradores de cartucho de repuesto para controles de ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar un respirador suministrado que cubra toda la cara Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Protección de las manos

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Manipular con guantes.

Protección de los ojos

Caretas de protección y gafas de seguridad.

Protección de la piel y del cuerpo

Elegir una protección para el cuerpo según la cantidad y la concentración de la sustancia peligrosa en el lugar de trabajo.

Medidas de higiene

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado físico	líquido, claro
Color	incoloro

Datos de Seguridad

Punto de fusión	-94 °C - lit.
Punto de ebullición	56 °C a 1.013 hPa - lit.
Punto de inflamación	-17,0 °C - copa cerrada
Temperatura de ignición	465 °C
Límite de explosión inferior	2 %(V)
Límite de explosión superior	13 %(V)
Presión de vapor	533,3 hPa a 39,5 °C 245,3 hPa a 20,0 °C
Densidad	0,791 g/cm3 a 25 °C
Solubilidad en agua	totalmente miscible
Coeficiente de reparto n-octanol/agua	log Pow: -0,24

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Condiciones que deben evitarse

Calor, llamas y chispas.

Materias que deben evitarse

Bases, Oxidantes, Agentes reductores, La acetona reacciona violentamente con oxiclورو de fósforo.

Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Óxidos de carbono

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 5.800 mg/kg

Observaciones: Conducta: alteraciones en el ciclo del sueño Conducta. Terror

CL50 Inhalación - rata - 8 h - 50.100 mg/m3

DL50 Cutáneo - conejillo de indias - 7.426 mg/kg

Corrosión o irritación cutáneas

Piel - conejo - Ligera irritación de la piel - 24 h

Lesiones oculares graves/ irritación ocular

Ojos - conejo - Irritación ocular - 24 h

Sensibilización de la piel o respiratoria

La exposición crónica puede causar dermatitis.

Carcinogenicidad

Este producto es o contiene un componente no clasificable con respecto a su carcinogénica en humanos, basado en su clasificación por IARC (International Agency for Research on Cancer; Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer), ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists; Conferencia de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos), NTP (National Toxicology Program; Programa Nacional de Toxicología) de los Estados Unidos o EPA (Environmental Protection Agency; Agencia para la Protección del Medio Ambiente) de los Estados Unidos.

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.



Toxicidad específica en determinados órganos (stot) - exposición única

Puede provocar daños en los órganos.

Efectos potenciales sobre la salud

Inhalación Puede ser nocivo si se inhala. Puede provocar una irritación en el tracto respiratorio. La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.

Ingestión Puede ser nocivo si es tragado.

Piel Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Puede provocar una irritación de la piel. La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

Ojos Provoca una irritación en los ojos.

Información Adicional

RTECS: AL3150000

INFORMACIÓN ECOLÓGICA**Toxicidad**

Toxicidad para los peces: CL50 - *Oncorhynchus mykiss* (Trucha irisada) - 5.540,00 mg/l - 96 h

Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos: CE50 - *Daphnia magna* (Pulga de mar grande) - 13.500,00 mg/l - 48 h

CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN**Producto**

Quemar en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador, procediendo con gran cuidado en la ignición ya que este producto es extremadamente inflamable. Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente. Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE**ADR/RID**

Número ONU: 1090 Clase: 3 Grupo de clasificación: II

Nombre propio del transporte: ACETONA

IMDG

UN-Number: 1090 Class: 3 Packing group: II EMS-No: F-E, S-D

Proper shipping name: ACETONE

Marine pollutant: No

IATA

UN-Number: 1090 Class: 3 Packing group: II

Proper shipping name: Acetone

INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

K.2 Àcid perclòric

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS**Advertencia de riesgo para el hombre y para el medio ambiente**

Peligro de explosión en caso de calentamiento. Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.

Provoca quemaduras graves.

COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

No. CAS	No. CE	No. Índice	Clasificación	Concentración
Perchloric acid				
7601-90-3	231-512-4	017-006-00-4	O, C, R 5 - R 8 - R35	70 %
Water				
7732-18-5	231-791-2	-	-	30 %

PRIMEROS AUXILIOS**Recomendaciones generales**

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial. Consultar a un médico.



En caso de contacto con la piel

Quítese inmediatamente la ropa y zapatos contaminados. Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

Otros datos

El agua pulverizada puede ser utilizada para enfriar los contenedores cerrados.

MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Precauciones personales

Utilícese equipo de protección individual. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras.

Precauciones para la protección del medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

Métodos de limpieza

Contener el derrame y recogerlo con material absorbente que no sea combustible (p. ej. arena, tierra de diatomeas, vermiculita) y depositarlo en un recipiente para su eliminación de acuerdo con la legislación local y nacional.

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación

Evitar la inhalación de vapor o neblina.

Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Manténgase lejos de materias combustibles.

Almacenamiento

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

Protección personal

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados, usar un respirador que cubra toda la cara con combinación multipropósito (EEUU) o tipo ABEK (EN 14387) respiradores de cartucho de repuesto para controles de ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar un respirador suministrado que cubra toda la cara. Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE).

Protección de las manos

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello. Manipular con guantes.

Protección de los ojos

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro. Visera protectora (mínimo 20 cm).

Protección de la piel y del cuerpo

Elegir una protección para el cuerpo según la cantidad y la concentración de la sustancia peligrosa en el lugar de trabajo.

Medidas de higiene

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado físico

líquido, claro

Color

incolore

Datos de Seguridad

Punto de fusión

-18 °C

Punto de ebullición

203 °C

Punto de inflamación

113 °C - copa cerrada



Presión de vapor 9,1 hPa a 25 °C
 Densidad 1,670 g/cm³

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad en almacén

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Materias que deben evitarse

Bases fuertes, Ácidos fuertes, Aminas, Haluros de fósforo, Alcoholes, Materiales orgánicos, Metales en polvo, Agentes extremadamente reductores

Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Cloro

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Gas cloruro de hidrógeno

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Exposición crónica

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Signos y Síntomas de la Exposición

Quemazón, Tos, sibilancia, laringitis, Insuficiencia respiratoria, espasmo, inflamación y edema de la laringe, espasmo, inflamación y edema de los bronquios, neumonitis, edema pulmonar, El producto causa severa destrucción de los tejidos de las membranas mucosas, el tracto respiratorio superior, los ojos y la piel.

Efectos potenciales para la Salud

Inhalación Puede ser nocivo si se inhala. El material es extremadamente destructivo para los tejidos de las membranas mucosas y las vías respiratorias superiores.

Piel Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Provoca quemaduras severas de la piel.

Ojos Provoca quemaduras severas en los ojos.

Ingestión Puede ser nocivo si es tragado. Provoca quemaduras graves.

CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Producto

Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente. Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Disolver o mezclar el producto con un solvente combustible y quemarlo en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ADR/RID

Número ONU: 1873 Clase: 5.1 (8) Grupo de clasificación: I

Nombre propio del transporte: ÁCIDO PERCLÓRICO

IMDG

UN-Number: 1873 Class: 5.1 (8) Packing group: I EMS-No: F-A, S-Q

Proper shipping name: PERCHLORIC ACID

Marine pollutant: No

IATA

UN-Number: 1873 Class: 5.1 (8) Packing group: I

Proper shipping name: Perchloric acid

IATA Passenger: Not permitted for transport

K.3 Bis[4-(1,1,3,3-tetrametil-butil)-fenil]-fosfat de calci

COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Formula : C₅₆H₈₄CaO₈P₂

Peso molecular : 987,3 g/mol

No. CAS	No. CE	No. Indice	Clasificación	Concentración [%]
bis(4-(1,1,3,3-Tetramethylbutyl) phenyl)phosphate Ca-salt				
40835-97-0	-	-	-	-

IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS

No es una sustancia o una preparación peligrosa según la Directiva de la CE 67/548/CEE o 1999/45/CE.

PRIMEROS AUXILIOS



Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua.

En caso de contacto con los ojos

Lavarse abundantemente los ojos con agua como medida de precaución.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.

MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, productos químicos secos o dióxido de carbono., Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus alrededores.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, llevar aparato respiratorio autónomo para la lucha contra el fuego.

MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones personales

Evite la formación de polvo.

Precauciones para la protección del medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

Métodos de limpieza

Limpiar y traspalar. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación

Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo.

Almacenamiento

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

8. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

Protección personal

Protección respiratoria

Protección respiratoria no requerida. Donde la protección sea deseada Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Protección de las manos

En caso de contacto prolongado o repetido, utilizar guantes.

Protección de los ojos

Gafas de seguridad

Medidas de higiene

Procedimiento general de higiene industrial.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado físico	polvo
Color	blanco

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad en almacén

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Materias que deben evitarse

Agentes oxidantes fuertes

Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio.

Óxidos de carbono, Óxidos de fósforo, Óxido de calcio.

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Signos y Síntomas de la Exposición

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

Efectos potenciales para la Salud

Inhalación Puede ser nocivo si se inhala. Puede provocar una irritación en el tracto respiratorio.

Piel Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Puede provocar una irritación de la piel.

Ojos Puede provocar una irritación en los ojos.

Ingestión Puede ser nocivo si es tragado.

CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Producto



Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ADR/RID

Mercancía no peligrosa

IMDG

Not dangerous goods

IATA

Not dangerous goods

INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Etiquetado de acuerdo con las Directivas CE

Información adicional:

No es una sustancia o una preparación peligrosa según la Directiva de la CE 67/548/CEE o 1999/45/CE.

Precaución - no se han realizado pruebas completas de esta sustancia.

K.4 Clorur de calci

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Advertencia de riesgo para el hombre y para el medio ambiente

Irrita los ojos.

COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Formula : CaCl_2

Peso molecular : 110,99 g/mol

No. CAS	No. CE	No. Índice	Clasificación	Concentración [%]
Calcium chloride				
10043-52-4	233-140-8	017-013-00-2	Xi, R36	-

PRIMEROS AUXILIOS

Consejo general

Consultar un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial. Consultar un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.

Consultar un médico.

MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados

Usar medidas de extinción que sean apropiadas a las circunstancias del local y a sus alrededores.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

Otros datos

El producto no arde por sí mismo.

MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Precauciones personales

Utilícese equipo de protección individual. Evite la formación de polvo. Evitar respirar el polvo. Asegúrese una ventilación apropiada.

Precauciones para la protección del medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

Métodos de limpieza

Recoger y preparar la eliminación sin originar polvo. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO



Manipulación

Evítase el contacto con los ojos y la piel. Evítase la formación de polvo y aerosoles. Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo.

Almacenamiento

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

Sensible a la humedad.

CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

Protección personal

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son los apropiados, usar máscara de polvo tipo N95 (EEUU) o tipo P1 (EN 143) Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Protección de las manos

Manipular con guantes. Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/689/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Protección de los ojos

Gafas de seguridad

Protección de la piel y del cuerpo

Elegir una protección para el cuerpo según la cantidad y la concentración de la sustancia peligrosa en el lugar de trabajo.

Medidas de higiene

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado físico	cristalino
Color	blanco

Datos de Seguridad

Punto de fusión	772 °C
Punto de ebullición	1.670 °C
Presión de vapor	0,01 hPa a 20 °C
Densidad	2,150 g/cm ³

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad en almacén

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Condiciones que deben evitarse

Su exposición a la humedad puede afectar a la calidad del producto.

Materias que deben evitarse

Ácidos fuertes, Óxidos de borano/boro, Cinc, Óxido de calcio., Metil vinil éter, El cloruro de calcio es atacado por el trifluoruro de bromo.

Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio.

Gas cloruro de hidrógeno, Óxido de calcio.

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 1.000 mg/kg

Irritación y corrosión

Piel - conejo - No irrita la piel

Ojos - conejo - Grave irritación de los ojos

Exposición crónica

Se han observado efectos mutagénicos en experimentos de laboratorio.

Signos y Síntomas de la Exposición

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

Efectos potenciales para la Salud

Inhalación Puede ser nocivo si se inhala. Puede provocar una irritación en el tracto respiratorio.

Piel Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Puede provocar una irritación de la piel.

Ojos Provoca una irritación en los ojos.

Ingestión Puede ser nocivo si es tragado.

INFORMACIÓN ECOLÓGICA



Informaciones sobre eliminación (permanencia y degradabilidad)

sin datos disponibles

Efectos ecotoxicológicos

Toxicidad para los peces

CL50 - *Lepomis macrochirus* - 10.650 mg/l - 96 h

Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos.

CE50 - *Daphnia magna* (Pulga de mar grande) - 52 mg/l - 48 h**CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN****Producto**

Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente. Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE**ADR/RID**

Mercancía no peligrosa

IMDG

Not dangerous goods

IATA

Not dangerous goods

K.5 Di-n-octil-fenil-fosfonat

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Esta sustancia no está clasificada como peligrosa según la Directiva 67/548/CEE.

COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Sinónimos : DOPP

Formula : $C_{22}H_{39}O_3P$

Peso molecular : 382,52 g/mol

No. CAS	No. CE	No. Índice	Clasificación	Concentración
Diocetyl phenylphosphonate				
1754-47-8	217-142-8	-	-	-

PRIMEROS AUXILIOS**Si es inhalado**

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua.

En caso de contacto con los ojos

Lavarse abundantemente los ojos con agua como medida de precaución.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.

MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS**Medios de extinción adecuados**

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, productos químicos secos o dióxido de carbono.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL**Precauciones personales**

Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas.

Precauciones para la protección del medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

Métodos de limpieza

Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**Manipulación**

Disposiciones normales de protección preventivas de incendio.

Almacenamiento

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

Protección personal

Protección respiratoria

Protección respiratoria no requerida. Donde la protección sea necesaria, usar respiradores con cartucho con combinaciones multi funcionales (US) o del tipo ABEK (EN 14387) Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Protección de las manos

En caso de contacto prolongado o repetido, utilizar guantes.

Protección de los ojos

Gafas de seguridad

Medidas de higiene

Procedimiento general de higiene industrial.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado físico

claro, líquido

Color

incoloro

Datos de Seguridad

Punto de ebullición

207 °C a 5 hPa

Punto de ignición

113 °C - copa cerrada

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad en almacén

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Materias que deben evitarse

Agentes oxidantes fuertes

Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Óxidos de carbono, Óxidos de fósforo

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Exposición crónica

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Signos y Síntomas de la Exposición

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

Efectos potenciales para la Salud

Inhalación Puede ser nocivo si se inhala. Puede provocar una irritación en el tracto respiratorio.

Piel Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Puede provocar una irritación de la piel.

Ojos Puede provocar una irritación en los ojos.

Ingestión Puede ser nocivo si es tragado.

Información Adicional

RTECS: TA0379000

CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Producto

Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ADR/RID

Mercancía no peligrosa

IMDG

Not dangerous goods

IATA

Not dangerous goods

INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Etiquetado de acuerdo con las Directivas CE



Otros datos: El producto no necesita ser etiquetado de acuerdo con las directivas de la Comunidad Europea ó las respectivas leyes nacionales.

K.6 Nitrat de coure

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Clasificación de la sustancia o de la mezcla

De acuerdo al Reglamento (EC) No1272/2008

Sólidos comburentes (Categoría 2)

Toxicidad aguda, Oral (Categoría 4)

Irritación cutáneas (Categoría 2)

Lesiones oculares graves (Categoría 1)

De acuerdo con la Directiva Europea 67/548/CEE, y sus enmiendas.

Peligro de fuego en contacto con materias combustibles. Nocivo por ingestión. Provoca quemaduras.

Elementos de la etiqueta



Pictograma

Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H272 Puede agravar un incendio; comburente.

H302 Nocivo en caso de ingestión.

H315 Provoca irritación cutánea.

H318 Provoca lesiones oculares graves.

Declaración(es) de prudencia

P220 Mantener o almacenar alejado de la ropa/materiales combustibles.

P280 Llevar guantes de protección/ gafas de protección/ máscara de protección.

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Frase(s) - S

S17 Manténgase lejos de materias combustibles.

S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

S36/37/39 Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara.

S45 En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrese la etiqueta).

Otros Peligros - ninguno(a)

COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Sinónimos : Cupric nitratehydrate

Formula : $\text{CuN}_2\text{O}_6 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

Peso molecular : 187,56 g/mol

No. CAS	No. CE	No. Índice	Clasificación	Concentración
Copper(II) nitrate hydrate				
13778-31-9	221-838-5	-	Ox. Sol. 2; Acute Tox. 4; Skin Irrit. 2; Eye Dam. 1; H272, H302, H315, H318 O, C, R 8 - R22 - R34	-

PRIMEROS AUXILIOS

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.



Consultar a un médico.

MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

Otros datos

El agua pulverizada puede ser utilizada para enfriar los contenedores cerrados.

MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Precauciones personales

Utilícese equipo de protección individual. Evite la formación de polvo. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras. Evitar respirar el polvo.

Precauciones relativas al medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

Métodos y material de contención y de limpieza

Limpiar y traspalar. Contener y recoger el derrame con un aspirador aislado de la electricidad o cepillándolo, y meterlo en un envase para su eliminación de acuerdo con las reglamentaciones locales (ver sección 13).

Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Precauciones para una manipulación segura

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evítese la formación de polvo y aerosoles.

Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo. Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Manténgase separado del calor y de las fuentes de ignición.

Disposiciones normales de protección preventivas de incendio.

Condiciones para el almacenaje seguro

Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

Temperatura de almacenaje recomendada: 2 - 8 °C

Sensible al calor. Sensible a la humedad.

CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

Protección personal

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados, usar un respirador que cubra toda la cara tipo N100 (EEUU) o tipo P3 (EN 143) y cartuchos de repuesto para controles de ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar un respirador suministrado que cubra toda la cara. Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Protección de las manos

Manipular con guantes. Los guantes deben ser controlados antes de la utilización. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Protección de los ojos

Caretas de protección y gafas de seguridad. Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel y del cuerpo

Traje de protección completo contra productos químicos, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Medidas de higiene

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado físico

Cristales con aglomerados

Datos de Seguridad

Punto de fusión

114,5 °C - dec.

Punto de inflamación

no aplicable

Densidad

2,320 g/cm³

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.



Condiciones que deben evitarse

Calor. Evitar la humedad.

Materias que deben evitarse

Agentes reductores, Materiales orgánicos, Metales en polvo

Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - óxidos de nitrógeno (NOx), Óxidos de cobre

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**Toxicidad aguda**

DL50 Oral - rata - 794 mg/kg

Observaciones: Conducta: Somnolencia (depresión general de la actividad) Conducta: Convulsiones o efectos en el umbral de colapso.

Corrosión o irritación cutáneas

Piel - conejo - Grave irritación de la piel

Lesiones o irritación ocular graves

Ojos - conejo - Grave irritación de los ojos

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Efectos potenciales sobre la salud

Inhalación Puede ser nocivo si se inhala. Provoca una irritación del tracto respiratorio.

Ingestión Nocivo por ingestión.

Piel Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Provoca irritaciones de la piel.

Ojos Provoca quemaduras en los ojos.

Signos y Síntomas de la Exposición

El envenenamiento crónico por cobre se caracteriza por cirrosis hepática, lesiones cerebrales y desmielinización, deficiencias renales y depósito de cobre en la córnea, como puede observarse en humanos afectados por la enfermedad de Wilson. Se han descrito también casos de anemia hemolítica y aceleración de la arteriosclerosis por envenenamiento por cobre., El producto causa severa destrucción de los tejidos de las membranas mucosas, el tracto respiratorio superior, los ojos y la piel., Tos, Insuficiencia respiratoria, Dolor de cabeza

Información Adicional

RTECS: QU7400000

CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN**Producto**

Quemar en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador, procediendo con gran cuidado en la ignición ya que este producto es extremadamente inflamable. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE**ADR/RID**

Número ONU: 3085 Clase: 5.1 (8) Grupo de embalaje: II

Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas: SÓLIDO COMBURENTE, CORROSIVO, N.E.P. (Copper(II) nitrate hydrate)

IMDG

UN-Number: 3085 Class: 5.1 (8) Packing group: II EMS-No: F-A, S-Q

Proper shipping name: OXIDIZING SOLID, CORROSIVE, N.O.S. (Copper(II) nitrate hydrate)

Marine pollutant: No

IATA

UN-Number: 3085 Class: 5.1 (8) Packing group: II

Proper shipping name: Oxidizing solid, corrosive, n.o.s. (Copper(II) nitrate hydrate)

INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

K.7 Nitrat de sodi

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Clasificación de la sustancia o mezcla



De acuerdo al Reglamento (EC) No1272/2008

Sólidos comburentes (Categoría 3)

Toxicidad aguda, Oral (Categoría 4)

Irritación cutáneas (Categoría 2)

Irritación ocular (Categoría 2)

Toxicidad específica en determinados órganos (stot) - exposición única (Categoría 3)

De acuerdo con la Directiva Europea 67/548/CEE, y sus enmiendas.

Peligro de fuego en contacto con materias combustibles. Nocivo por ingestión. Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

Elementos de la etiqueta



Pictograma

Palabra de advertencia Atención

Indicación(es) de peligro

H272 Puede agravar un incendio; comburente.

H302 Nocivo en caso de ingestión.

H315 Provoca irritación cutánea.

H319 Provoca irritación ocular grave.

H335 Puede irritar las vías respiratorias.

Declaración(es) de prudencia

P220 Mantener o almacenar alejado de la ropa/materiales combustibles.

P261 Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Frase(s) - S

S17 Manténgase lejos de materias combustibles.

S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

Otros Peligros - ninguno(a)

COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Formula : NaNO_3

Peso molecular : 84,99 g/mol

No. CAS	No. CE	No. Índice	Clasificación	Concentración
Sodium nitrate				
7831-99-4	231-554-3	-	Ox. Sol. 3; Acute Tox. 4; Skin Irrit. 2; Eye Irrit. 2; STOT SE 3; H272, H302, H315, H319, H335 O, Xn, R 8 - R22 - R36/37/38	-

PRIMEROS AUXILIOS

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

Otros datos

El agua pulverizada puede ser utilizada para enfriar los contenedores cerrados.

MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL



Precauciones personales

Utilícese equipo de protección individual. Evite la formación de polvo. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras. Evitar respirar el polvo.

Precauciones para la protección del medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

Métodos y materiales para la contención y la limpieza

Limpiar y traspalar. Contener y recoger el derrame con un aspirador aislado de la electricidad o cepillándolo, y meterlo en un envase para su eliminación de acuerdo con las reglamentaciones locales (ver sección 13).

Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**Precauciones para una manipulación sin peligro**

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evítese la formación de polvo y aerosoles.

Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo. Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Manténgase separado del calor y de las fuentes de ignición.

Disposiciones normales de protección preventivas de incendio.

Condiciones para el almacenaje seguro

Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Almacenar en un lugar fresco.

CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

Protección personal**Protección respiratoria**

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados, usar un respirador que cubra toda la cara tipo N100 (EEUU) o tipo P3 (EN 143) y cartuchos de repuesto para controles de ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar un respirador suministrado que cubra toda la cara. Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Protección de las manos

Manipular con guantes. Los guantes deben ser controlados antes de la utilización. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Protección de los ojos

Gafas de seguridad con protecciones laterales conformes con la EN166. Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel y del cuerpo

Traje de protección completo contra productos químicos. El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Medidas de higiene

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**Aspecto**

Estado físico sólido

Datos de Seguridad

pH 9 a 100 g/l a 20 °C

Punto de fusión 306 °C

Punto de ebullición 380 °C

Densidad 2,261 g/cm³

Solubilidad en agua 874 g/l a 20 °C

Coefficiente de reparto n-octanol/ agua log Pow: -3,8 a 25 °C

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**Estabilidad química**

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Condiciones que deben evitarse

La fusión de mezclas de cianuros de metal, incluyendo el tiocianato de plomo, con cloratos de metal, percloratos, nitratos o nitritos causa una explosión violenta. La adición de un componente sólido (incluso como residuo en pequeña cantidad) a otro componente fundido es también altamente peligrosa. Calor.

Materias que deben evitarse

Ácidos fuertes, Agentes extremadamente reductores, Metales en polvo, Materiales orgánicos, Metales alcalinos, Metales alcalinotérreos, Cianuros, tiocianatos.

Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Óxidos de sodio, óxidos de nitrógeno (NOx)

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Se desconoce la naturaleza de los productos de la descomposición.

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 1.267 mg/kg

DL50 Oral - conejo - 2.680 mg/kg

LDLO Oral - Niños - 22,5 mg/kg

DL50 Intravenoso - ratón - 175 mg/kg

Corrosión o irritación cutáneas

sin datos disponibles

Lesiones oculares graves/ irritación ocular

sin datos disponibles

Sensibilización de la piel o respiratoria

sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales

Genotoxicidad in vitro - Hamster - fibroblasto

análisis citogenéticos

Genotoxicidad in vitro - Hamster - embrión

ensayo en hospedante intermediario

Genotoxicidad in vitro - Humanos - células HeLa

síntesis no prevista de ADN

Genotoxicidad in vivo - ratón - Oral

test de micronúcleo

Genotoxicidad in vivo - ratón - Oral

análisis citogenéticos

Genotoxicidad in vivo - ratón - Oral

esperma

Carcinogenicidad

Carcinogenicidad - rata - Oral

Tumorigeno: Tumorigeno sin pruebas concluyentes según los criterios del RTECS Hepáticos: Tumores

Carcinogenicidad - rata - Oral

Tumorigeno: Tumorigeno sin pruebas concluyentes según los criterios del RTECS Piel y Anejos: Otros:

Tumores Efectos Tumoraes: Tumores testiculares

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

Toxicidad para la reproducción - ratón - macho - Oral

Efectos sobre el Aparato Reprodutor: Espermatogénesis (incluyendo material genético, morfología, motilidad y recuento de los espermatozoides)

Toxicidad específica en determinados órganos (stot) - exposición única

Inhalación - Puede irritar las vías respiratorias.

Efectos potenciales sobre la salud

Inhalación Puede ser nocivo si se inhala. Provoca una irritación del tracto respiratorio.

Ingestión Nocivo por ingestión.

Piel Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Provoca irritaciones de la piel.

Ojos Provoca irritación ocular grave.

Signos y Síntomas de la Exposición

En caso de absorción por el cuerpo, da lugar a la formación de metahemoglobina que, en concentración suficiente, provoca cianosis. El ataque puede tardar de 2 a 4 horas, o más, en manifestarse.

Información Adicional

RTECS: WC5600000

INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Toxicidad

Toxicidad para los peces

Ensayo estático CL50 - Gambusia affinis (Pez mosquito) - 6.650 mg/l - 96 h

Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos.

CE50 - Daphnia magna (Pulga de mar grande) - 6.000 mg/l - 24 h



CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN**Producto**

Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Quemar en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador, procediendo con gran cuidado en la ignición ya que este producto es extremadamente inflamable. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE**ADR/RID**

Número ONU: 1498 Clase: 5.1 Grupo de clasificación: III

Nombre propio del transporte: NITRATO SÓDICO

IMDG

UN-Number: 1498 Class: 5.1 Packing group: III EMS-No: F-A, S-Q

Proper shipping name: SODIUM NITRATE

Marine pollutant: No

IATA

UN-Number: 1498 Class: 5.1 Packing group: III

Proper shipping name: Sodium nitrate

INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

K.8 Policlorur de vinil**IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS****Advertencia de riesgo para el hombre y para el medio ambiente**

Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Sinónimos : PVC

Fórmula : C_2H_3Cl

No. CAS	No. CE	No. Índice	Clasificación	Concentración
Ethene, chloro-, homopolymer				
9002-86-2	-	-	Xi, R36/37/38	-

PRIMEROS AUXILIOS**Consejo general**

Consultar un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial. Consultar un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.

Consultar un médico.

MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS**Medios de extinción adecuados**

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, productos químicos secos o dióxido de carbono.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL**Precauciones personales**

Utilícese equipo de protección individual. Evite la formación de polvo. Evitar respirar el polvo. Asegúrese una ventilación apropiada.

Precauciones para la protección del medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.



Métodos de limpieza

Recoger y preparar la eliminación sin originar polvo. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evítese la formación de polvo y aerosoles.

Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo. Disposiciones normales de protección preventivas de incendio.

Almacenamiento

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

Protección personal

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son los apropiados, usar máscara de polvo tipo N95 (EEUU) o tipo P1 (EN 143) Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Protección de las manos

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello. Manipular con guantes.

Protección de los ojos

Gafas de seguridad

Protección de la piel y del cuerpo

Elegir una protección para el cuerpo según la cantidad y la concentración de la sustancia peligrosa en el lugar de trabajo.

Medidas de higiene

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto

Estado físico	polvo
Color	blanco

Datos de Seguridad

Temperatura de ignición 454 °C -

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad en almacén

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Materias que deben evitarse

Agentes oxidantes fuertes

Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Óxidos de carbono, Gas cloruro de hidrógeno

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Exposición crónica

Carcinogenicidad - rata - Oral

Tumorigeno: Tumorigeno sin pruebas concluyentes según los criterios del RTECS Pulmones, tórax o

Respiración: Tumores Piel y Anejos: Otros: Tumores

Carcinogenicidad - rata - Implante

Tumorigeno: Tumorigeno sin pruebas concluyentes según los criterios del RTECS Tumorigeno: Tumores en el lugar de la aplicación

Este producto es o contiene un componente no clasificable con respecto a su carcinogénica en humanos, basado en su clasificación por IARC (International Agency for Research on Cancer; Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer), ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists; Conferencia de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos), NTP (National Toxicology Program; Programa Nacional de Toxicología) de los Estados Unidos o EPA (Environmental Protection Agency; Agencia para la Protección del Medio Ambiente) de los Estados Unidos.

IARC: Group 3 - Not classifiable as to carcinogenicity to humans (Ethene, chloro-, homopolymer)

Signos y Síntomas de la Exposición

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

Efectos potenciales para la Salud

Inhalación Puede ser nocivo si se inhala. Provoca una irritación del tracto respiratorio.



Piel Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Provoca irritaciones de la piel.

Ojos Provoca una irritación en los ojos.

Ingestión Puede ser nocivo si es tragado.

Información Adicional

RTECS: KV0350000

INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Informaciones sobre eliminación (permanencia y degradabilidad)

sin datos disponibles

Efectos ecotoxicológicos

sin datos disponibles

Información complementaria sobre la ecología

sin datos disponibles

CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Producto

Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente. Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Disolver o mezclar el producto con un solvente combustible y quemarlo en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ADR/RID

Mercancía no peligrosa

IMDG

Not dangerous goods

IATA

Not dangerous goods

K.9 Tetrahidrofurà

IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

Clasificación de la sustancia o mezcla

De acuerdo al Reglamento (EC) No1272/2008

Líquidos inflamables (Categoría 2)

Irritación ocular (Categoría 2)

Toxicidad específica en determinados órganos (stot) - exposición única (Categoría 3)

De acuerdo con la Directiva Europea 67/548/CEE, y sus enmiendas.

Fácilmente inflamable. Puede formar peróxidos explosivos. Irrita los ojos y las vías respiratorias.

Elementos de la etiqueta



Pictograma

Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H225 Líquido y vapores muy inflamables.

H319 Provoca irritación ocular grave.

H335 Puede irritar las vías respiratorias.

EUH019 Puede formar peróxidos explosivos.

Declaración(es) de prudencia

P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.

P261 Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.

P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Frase(s) - S

S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.

S29 No tirar los residuos por el desagüe.

S33 Evítese la acumulación de cargas electroestáticas.

Otros Peligros - ninguno(a)

COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Formula : C₄H₈O



Peso molecular : 72,11 g/mol

No. CAS	No. CE	No. Indice	Clasificación	Concentración
Tetrahydrofuran				
109-99-9	203-726-8	603-025-00-0	Flam. Liq. 2; Eye Irrit. 2; STOT SE 3; H225, H319, H335, EUH019 F, Xi, R11 - R19 - R36/37	-

PRIMEROS AUXILIOS

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si no respira, administrar respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

No provocar el vómito Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medios de extinción adecuados

En caso de fuegos incipientes, usar medios como espuma de "alcohol", polvo seco o dióxido de carbono. Para incendios, aplicar desde una larga distancia, abundante agua pulverizada o spray. Enfriar todos los contenedores afectados con abundante agua.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

Otros datos

El agua pulverizada puede ser utilizada para enfriar los contenedores cerrados.

MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

Precauciones personales

Utilícese equipo de protección individual. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Retirar todas las fuentes de ignición. Evacuar el personal a zonas seguras. Tener cuidado con los vapores que se acumulan formando así concentraciones explosivas. Los vapores pueden acumularse en las zonas inferiores.

Precauciones para la protección del medio ambiente

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

Métodos y materiales para la contención y la limpieza

Contener del derrame y recogerlo con material absorbente que no sea combustible (p. ej. arena, tierra de diatomeas, vermiculita) y depositarlo en un recipiente para su eliminación de acuerdo con la legislación local y nacional (ver sección 13).

MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Precauciones para una manipulación sin peligro

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina.

Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Tomar medidas para impedir la acumulación de descargas electrostáticas.

Condiciones para el almacenaje seguro

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.



Solubilidad en agua soluble

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

Condiciones que deben evitarse

Calor, llamas y chispas.

Materias que deben evitarse

Oxidantes, Oxígeno

Productos de descomposición peligrosos

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Óxidos de carbono

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 2.880 mg/kg

CL50 Inhalación - rata - 3 h - 21000 ppm

Observaciones: Somnolencia Pulmones, tórax o Respiración: Estimulación respiratoria La ingestión puede ocasionar irritación gastrointestinal, náusea, vómito y diarrea.

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos (stot) - exposición única

Puede provocar daños en los órganos.

Toxicidad específica en determinados órganos (stot) - exposiciones repetidas

sin datos disponibles

Peligro por aspiración

sin datos disponibles

Efectos potenciales sobre la salud

Inhalación Puede ser nocivo si se inhala. Provoca una irritación del tracto respiratorio.

Ingestión Puede ser nocivo si es tragado.

Piel Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Puede provocar una irritación de la piel.

Ojos Provoca una irritación en los ojos.

Signos y Síntomas de la Exposición

Depresión del sistema nervioso central, Tos, dolor de pecho, Dificultad respiratoria, La exposición a concentraciones elevadas en el aire puede causar efectos anestésicos., Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

Información Adicional

RTECS: LU5950000

Valoración PBT y MPMB

sin datos disponibles

CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

Producto

Quemar en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador, procediendo con gran cuidado en la ignición ya que este producto es extremadamente inflamable. Observar todos los reglamentos estatales y locales sobre la protección del medio ambiente. Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

ADR/RID

Número ONU: 2056 Clase: 3 Grupo de clasificación: II

Nombre propio del transporte: TETRAHIDROFURANO

IMDG

UN-Number: 2056 Class: 3 Packing group: II EMS-No: F-E, S-D

Proper shipping name: TETRAHYDROFURAN

IATA

UN-Number: 2056 Class: 3 Packing group: II

Proper shipping name: Tetrahydrofuran

INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

